



Esta obra está bajo una [Licencia
Creative Commons Atribución-
NoComercial-Compartirigual 2.5 Perú](http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.5/pe/).

Vea una copia de esta licencia en
<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.5/pe/>



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN -TARAPOTO

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



**Estudio definitivo del camino vecinal Nueva Unión - Alto la Huarpia (4+715
km) distrito de Alonso de Alvarado – Lamas – San Martín**

Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Civil

Autores

Miguel Terrones Tantaleán

Alex Derly Tello Loayza

Asesor

Ing. M. Sc. Vicente Juvenal Diaz Agip

Tarapoto – Perú

2018

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN -TARAPOTO

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



Estudio definitivo del camino vecinal Nueva Unión Alto la Huarpia (4+715 km) distrito de Alonso de Alvarado – Lamas – San Martín

Autores

Miguel Terrones Tantaleán

Alex Derly Tello Loayza

Sustentado el día 16 de Noviembre del 2018 y aprobado ante el honorable jurado:

.....
Ing. Jorge Isaacs Rioja Díaz
Presidente

.....
Ing. Carlos Enrique Chung Rojas
Vocal

.....
Ing. Iván Gustavo Reátegui Acedo
Secretario

.....
Ing. M.Sc. Juvénal Vicente Díaz Agip
Asesor

Declaratoria de Autenticidad



Yo **Miguel Terrones Tantaleán**, con DNI N° 46311629 , con domicilio legal Caserio La Libertad - Moyobamba, Bachiller de la facultad de Ingeniería Civil y Arquitectura, Escuela Profesional de Ingeniería Civil, **Alex Derly Tello Loayza**, con DNI N° 72387485, con domicilio legal Sec. Rumiyaçu – Barrio Punta Halcon - Moyobamba, Bachiller de la Facultad de Ingeniería Civil y Arquitectura, Escuela Profesional de Ingeniería Civil, de la Universidad Nacional de San Martín con la Tesis Titulada: **Estudio definitivo del camino vecinal Nueva Unión Alto la Huarpia (4 + 715 km) Distrito de Alonso de Alvarado – Lamas – San Martín**

Declaramos bajo juramento que:



1. La tesis es de nuestra autoría.
2. Hemos respetado las normas internacionales de citas y referencias para las fuentes consultadas. Por tanto, la tesis no ha sido plagiada ni total ni parcialmente.
3. La tesis no ha sido auto plagiada; es decir, no ha sido publicada ni presentada anteriormente para obtener algún grado académico previo o título profesional.
4. Los datos presentados en los resultados son reales, no han sido falseados, ni duplicados, ni copiados y por tanto los resultados que se presentan en la tesis se constituirán en aportes a la realidad investigada.

De considerar que el trabajo cuenta con una falta grave, como el hecho de contar con datos fraudulentos, demostrar indicios y plagio (al no citar la información con sus autores), plagio (al presentar información de otros trabajos como propios), falsificación (al presentar la información e ideas de otras personas de forma falsa), entre otros, asumimos las consecuencias y sanciones que de nuestra acción se deriven, sometiéndonos a la normatividad vigente de la Universidad Nacional de San Martín - Tarapoto.

Tarapoto, 15 de Julio del 2019.



Miguel Terrones Tantaleán
DNI N° 46311629



Alex Derly Tello Loayza
DNI N° 72387485

Declaratoria de Autenticidad


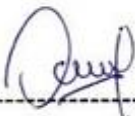
Yo **Miguel Terrones Tantaleán**, con DNI N° 46311629 , con domicilio legal Caserio La Libertad - Moyobamba, Bachiller de la facultad de Ingeniería Civil y Arquitectura, Escuela Profesional de Ingeniería Civil, **Alex Derly Tello Loayza**, con DNI N° 72387485, con domicilio legal Sec. Rumiycu – Barrio Punta Halcon - Moyobamba, Bachiller de la Facultad de Ingeniería Civil y Arquitectura, Escuela Profesional de Ingeniería Civil, de la Universidad Nacional de San Martín con la Tesis Titulada: **Estudio definitivo del camino vecinal Nueva Unión Alto la Huarpia (4 + 715 km) Distrito de Alonso de Alvarado – Lamas – San Martín**

Declaramos bajo juramento que:



1. La tesis es de nuestra autoría.
2. Hemos respetado las normas internacionales de citas y referencias para las fuentes consultadas. Por tanto, la tesis no ha sido plagiada ni total ni parcialmente.
3. La tesis no ha sido auto plagiada; es decir, no ha sido publicada ni presentada anteriormente para obtener algún grado académico previo o título profesional.
4. Los datos presentados en los resultados son reales, no han sido falseados, ni duplicados, ni copiados y por tanto los resultados que se presentan en la tesis se constituirán en aportes a la realidad investigada.

De considerar que el trabajo cuenta con una falta grave, como el hecho de contar con datos fraudulentos, demostrar indicios y plagio (al no citar la información con sus autores), plagio (al presentar información de otros trabajos como propios), falsificación (al presentar la información e ideas de otras personas de forma falsa), entre otros, asumimos las consecuencias y sanciones que de nuestra acción se deriven, sometiéndonos a la normatividad vigente de la Universidad Nacional de San Martín - Tarapoto.

Tarapoto, 15 de Julio del 2019.



Miguel Terrones Tantaleán
DNI N° 46311629



Alex Derly Tello Loayza
DNI N° 72387485

Formato de autorización NO EXCLUSIVA para la publicación de trabajos de investigación, conducentes a optar grados académicos y títulos profesionales en el Repositorio Digital de Tesis.

1. Datos del autor:

Apellidos y nombres: <u>TERROÑES TANTALEÁN HIGUEL</u>	
Código de alumno : <u>123157</u>	Teléfono: <u>923482714</u>
Correo electrónico : <u>miterrotan@gmail.com</u>	DNI: <u>46311629</u>

(En caso haya más autores, llenar un formulario por autor)

2. Datos Académicos

Facultad de: <u>INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA</u>
Escuela Profesional de: <u>INGENIERIA CIVIL</u>

3. Tipo de trabajo de investigación

Tesis	(X)	Trabajo de investigación	()
Trabajo de suficiencia profesional	()		

4. Datos del Trabajo de investigación

Título: <u>ESTUDIO DEFINITIVO DEL CAMINO VECINAL BUENA UNION A/O la Huacpia (4+713 Km) DISTRITO ALONSO DE ALVARADO - CATAS SAN MARTIN.</u>
Año de publicación: <u>2018</u>

5. Tipo de Acceso al documento

Acceso público *	(X)	Embargo	()
Acceso restringido **	()		

Si el autor elige el tipo de acceso abierto o público, otorga a la Universidad Nacional de San Martín – Tarapoto, una licencia No Exclusiva, para publicar, conservar y sin modificar su contenido, pueda convertirla a cualquier formato de fichero, medio o soporte, siempre con fines de seguridad, preservación y difusión en el Repositorio de Tesis Digital. Respetando siempre los Derechos de Autor y Propiedad Intelectual de acuerdo y en el Marco de la Ley 822.

En caso que el autor elija la segunda opción, es necesario y obligatorio que indique el sustento correspondiente:

6. Originalidad del archivo digital.

Por el presente dejo constancia que el archivo digital que entrego a la Universidad Nacional de San Martín - Tarapoto, como parte del proceso conducente a obtener el título profesional o grado académico, es la versión final del trabajo de investigación sustentado y aprobado por el Jurado.

7. Otorgamiento de una licencia *CREATIVE COMMONS*

Para investigaciones que son de acceso abierto se les otorgó una licencia *Creative Commons*, con la finalidad de que cualquier usuario pueda acceder a la obra, bajo los términos que dicha licencia implica

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.5/pe/>

El autor, por medio de este documento, autoriza a la Universidad Nacional de San Martín - Tarapoto, publicar su trabajo de investigación en Formato digital en el Repositorio Digital de Tesis, al cual se podrá acceder, preservar y difundir de forma libre y gratuita, de manera íntegra a todo el documento.

Según el inciso 12.2, del artículo 12° del Reglamento del Registro Nacional de Trabajos de Investigación para optar grados académicos y títulos profesionales - RENATI "Las universidades, instituciones y escuelas de educación superior tienen como obligación registrar todos los trabajos de investigación y proyectos, incluyendo los metadatos en sus repositorios institucionales precisando si son de acceso abierto o restringido, los cuales serán posteriormente recolectados por el Repositorio Digital RENATI, a través del Repositorio ALICIA".



Firma del Autor

8. Para ser llenado en la Oficina de Repositorio Digital de Ciencia y Tecnología de Acceso Abierto de la UNSM - T.

Fecha de recepción del documento:

24 / 07 / 2019



Firma del Responsable de Repositorio
Digital de Ciencia y Tecnología de Acceso
Abierto de la UNSM - T.

* Acceso abierto: uso lícito que confiere un titular de derechos de propiedad intelectual a cualquier persona, para que pueda acceder de manera inmediata y gratuita a una obra, datos procesados o estadísticas de monitoreo, sin necesidad de registro, suscripción, ni pago, estando autorizada a leerla, descargarla, reproducirla, distribuirla, imprimirla, buscarla y enlazar textos completos (Reglamento de la Ley No 30035).

** Acceso restringido: el documento no se visualizará en el Repositorio.

Formato de autorización NO EXCLUSIVA para la publicación de trabajos de investigación, conducentes a optar grados académicos y títulos profesionales en el Repositorio Digital de Tesis.

1. Datos del autor:

Apellidos y nombres:	TELLO LOAYZA ALEX DERLY		
Código de alumno :	123157	Teléfono:	973391941
Correo electrónico :	a.tl100223@gmail.com	DNI:	72387485

(En caso haya más autores, llenar un formulario por autor)

2. Datos Académicos

Facultad de:	FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA
Escuela Profesional de:	INGENIERIA CIVIL

3. Tipo de trabajo de investigación

Tesis	(X)	Trabajo de investigación	()
Trabajo de suficiencia profesional	()		

4. Datos del Trabajo de investigación

Título:	ESTUDIO DEFINITIVO DEL CAMINO URBANO PUENTE UNION - ALTICA HUARDIA (4+15km). DISTRITO DE ACONSO DE ACUARADO - LAMAS - SAN MARTIN
Año de publicación:	2018

5. Tipo de Acceso al documento

Acceso público *	(X)	Embargo	()
Acceso restringido **	()		

Si el autor elige el tipo de acceso abierto o público, otorga a la Universidad Nacional de San Martín - Tarapoto, una licencia No Exclusiva, para publicar, conservar y sin modificar su contenido, pueda convertirla a cualquier formato de fichero, medio o soporte, siempre con fines de seguridad, preservación y difusión en el Repositorio de Tesis Digital. Respetando siempre los Derechos de Autor y Propiedad Intelectual de acuerdo y en el Marco de la Ley 822.

En caso que el autor elija la segunda opción, es necesario y obligatorio que indique el sustento correspondiente:

6. Originalidad del archivo digital.

Por el presente dejo constancia que el archivo digital que entrego a la Universidad Nacional de San Martín - Tarapoto, como parte del proceso conducente a obtener el título profesional o grado académico, es la versión final del trabajo de investigación sustentado y aprobado por el Jurado.

7. Otorgamiento de una licencia *CREATIVE COMMONS*

Para investigaciones que son de acceso abierto se les otorgó una licencia *Creative Commons*, con la finalidad de que cualquier usuario pueda acceder a la obra, bajo los términos que dicha licencia implica

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.5/pe/>

El autor, por medio de este documento, autoriza a la Universidad Nacional de San Martín - Tarapoto, publicar su trabajo de investigación en formato digital en el Repositorio Digital de Tesis, al cual se podrá acceder, preservar y difundir de forma libre y gratuita, de manera íntegra a todo el documento.

Según el inciso 12.2, del artículo 12° del Reglamento del Registro Nacional de Trabajos de Investigación para optar grados académicos y títulos profesionales - RENATI "Las universidades, instituciones y escuelas de educación superior tienen como obligación registrar todos los trabajos de investigación y proyectos, incluyendo los metadatos en sus repositorios institucionales precisando si son de acceso abierto o restringido, los cuales serán posteriormente recolectados por el Repositorio Digital RENATI, a través del Repositorio ALICIA".



Firma del Autor

8. Para ser llenado en la Oficina de Repositorio Digital de Ciencia y Tecnología de Acceso Abierto de la UNSM - T.

Fecha de recepción del documento:

24/07/2019



Firma del Responsable de Repositorio
Digital de Ciencia y Tecnología de Acceso
Abierto de la UNSM - T.

* Acceso abierto: uso lícito que confiere un titular de derechos de propiedad intelectual a cualquier persona, para que pueda acceder de manera inmediata y gratuita a una obra, datos procesados o estadísticas de monitoreo, sin necesidad de registro, suscripción, ni pago, estando autorizada a leerla, descargarla, reproducirla, distribuirla, imprimirla, buscarla y enlazar textos completos (Reglamento de la Ley No 30035).

** Acceso restringido: el documento no se visualizará en el Repositorio.

Dedicatoria

Este Trabajo se la dedico primeramente a DIOS, ya que sin él nada podemos hacer. Dios es quien nos concede el privilegio de la vida y nos ofrece lo necesario para lograr nuestras metas. Gracias por las pruebas que me hacen crecer como persona y me permiten dar lo mejor de mí.

A mis padres, por su amor, trabajo y sacrificio en todos estos años, gracias a ustedes he logrado llegar hasta aquí y convertirme en lo que soy. Ha sido un privilegio ser su hijo, son los mejores padres.

Miguel Terrones Tantaleán

A mis padres por su apoyo, consejos, comprensión, amor, ayuda en los momentos difíciles, y por ayudarme con los recursos necesarios para estudiar. Me han dado todo lo que soy como persona, mis valores, mis principios, mi carácter, mi empeño, mi perseverancia, mi coraje para conseguir mis objetivos.

Alex Derly Tello Loayza

Agradecimiento

A la Universidad Nacional de San Martín, por brindarme la oportunidad de realizarme como Profesional a través de los conocimientos impartidos que con paciencia y perseverancia supieron darme la formación sólida para esta Carrera en dicha Casa Superior de Estudios.

A todos los docentes de la Facultad de Ingeniería Civil, por su constante y dedicada labor en la enseñanza y formación de los Futuros Profesionales.

Al Ingeniero Juvenal Díaz Agip , por su constante apoyo y asesoramiento brindado para el desarrollo del presente Informe de Ingeniería.

A todos mis compañeros de la FIC de la UNSM, con quienes compartí experiencias muy elocuentes dentro y fuera de esta casa superior de estudios gracias a todo ellos.

Miguel Terrones Tantaleán

A Dios, por guiarme durante todo el trayecto de mi vida, por proporcionarme fortaleza y sabiduría para superar dificultades, permitiéndome así un logro más en mi vida.

A mis padres por estar siempre conmigo, por haber hecho de mí una persona de bien, con valores morales y éticos.

Alex Derly Tello Loayza

Índice

Dedicatoria	vi
Agradecimiento	vii
Índice	viii
Índice de Figuras	xii
Índice de Tablas	xiii
Resumen	xv
Abstrac	xvi
Introducción	1
CAPÍTULO I	2
REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	2
1.1. Generalidades.....	2
1.2. Exploración Preliminar Orientando la Investigación	2
1.3. Aspectos Generales del Estudio	3
1.3.1. Características Generales.....	3
CAPÍTULO II	11
MARCO TEÓRICO	11
2.1. Antecedentes, Planteamiento, Delimitación, Formulación del Problema a Resolver	11
2.1.1. Antecedentes del Problema.....	11
2.1.2. Planteamiento del Problema	11
2.1.3. Delimitación del Problema.....	12
2.1.4. Formulación del Problema a Resolver	12
2.2. Objetivos	13
2.2.1. Objetivo General	13
2.2.2. Objetivos Específicos.....	13
2.3. Justificación de la Investigación	13
2.4. Delimitación de la Investigación.....	13
2.5. Marco Teórico	14
2.5.1. Antecedentes de la Investigación	14
2.5.2. Fundamentación Teórica de la Investigación.....	15
2.5.3. Marco Conceptual: Definición de Términos Básicos.....	40
2.5.4. Marco Histórico.....	41
2.6. Hipótesis.....	42

CAPÍTULO III	43
MATERIAL Y MÉTODOS	43
3.1 Materiales.....	43
3.1.1. Recursos Humanos	43
3.1.2. Recursos Materiales y Servicios	43
3.1.3. Recurso de Equipos	43
3.2. Metodología de la Investigación	43
3.2.1. Universo y/o Muestra	43
3.2.2. Sistema de Variables	43
3.2.3. Tipo y Nivel de Investigación.....	44
3.2.4. Diseño de Instrumentos	45
3.2.5. Procesamiento y presentación de Datos	45
3.2.6. Análisis e Interpretación de Datos y Resultados	46
3.2.7. Información del Proyecto: Diseño Obtenido.....	46
3.2.8. Criterio General de Aplicación	47
3.2.9. Excepciones Consentidas	48
3.2.10. Alineamiento Horizontal	48
3.2.11. Curvas Horizontales.....	48
3.2.12. Secciones Transversales	49
3.2.13. Trazado del Perfil Longitudinal.....	50
3.2.14. Exploración de Canteras.....	50
3.2.15. Metodología de Trabajo a Realizar	51
3.2.16. Estudio de Mecánica de Suelos.....	51
3.2.17. Diseño del Pavimento.....	54
3.2.18. Estudio Hidrológico e Hidráulico	55
3.2.19. Estudio de Impacto Ambiental	59
CAPÍTULO IV	61
RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	61
4.1. Características Gereales	61
4.2. Estudio Socio - Económico	61
4.3. Levantamiento Topográfico	63
4.3.1. Perfil Longitudinal	63
4.3.1.1. Excepciones Consentidas	64
4.3.1.2. Alineamiento Horizontal	64

4.3.1.3.	Curvas Horizontales.....	64
4.3.2.	Trazado y Nivelación del Eje Longitudinal.....	67
4.3.2.1.	Perfil Longitudinal Existente y Propuesto	67
4.3.2.2.	Pendientes.....	67
4.3.3.	Secciones Transversales	67
4.3.3.1.	Calzada	67
4.3.3.2.	Plazoletas de Estacionamiento o Cruce	67
4.3.3.3.	Taludes	68
4.4.	Estudio de Suelos	68
4.4.1.	Tipos de Suelos que Conforman la Subrasante.....	68
4.4.2.	Capacidad Portante.....	69
4.5.	Estudio de Canteras y Fuentes de Agua	69
4.5.1.	Plano de Ubicación de Canteras.....	69
4.5.2.	Potencia de Cantera	70
4.5.3.	Características Geotécnicas de los Materiales.....	70
4.5.4.	Distancia de transporte de los Materiales	70
4.5.5.	Ensayos de Laboratorio Efectuados	70
4.6.	Diseño de la Carpeta de Afirmado de la Carretera	71
4.6.1.	Volumen de Tráfico	71
4.6.2.	Análisis de Tráfico	71
4.6.3.	Diseño Estructural.....	72
4.6.4.	Solución Propuesta.....	73
4.6.4.1.	Tipos de Transito	73
4.7.	Diseño Geométrico de la Carretera.....	74
4.7.1.	Diseño del Eje en Planta.....	74
4.7.2.	Diseño del perfil Longitudinal	76
4.7.3.	Diseño de Secciones Transversales	76
4.7.4.	Señalización.....	77
4.8.	Diseño de Obras de arte.....	77
4.9.	Estudio de Impacto Ambiental	78
4.10.	Presupuesto y Formula Polinómica.....	79
4.10.1.	Metrados	79
4.10.2.	Análisis de Costos Unitarios	79
4.10.3.	Presupuesto.....	79

4.10.4. Análisis de Gastos Generales.....	79
4.10.5. Fórmula Polinómica.....	79
4.10.6. Determinación de Insumos	79
4.11. Programación de Obras.....	80
4.12. Calendario de Avance de Obra	80
4.13. Especificaciones Técnicas.....	80
4.14. Planos	80
4.15. Estudio Socioeconómico	80
4.16. Estudios de Ingeniería	80
4.16.1. Mecánica de Suelos.....	80
4.17. Diseño del Pavimento.....	81
4.17.1. Estudio de Impacto Ambiental	81
4.17.2. Drenaje y Obras de Arte.....	81
4.17.3. Diseño Geométrico de la Carretera.....	82
4.18. Contratación de Hipótesis	82
CONCLUSIONES	83
RECOMENDACIONES	84
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	85
ANEXOS.....	86

Índice de Figuras

Figura 1. Localización Provincial.....	3
Figura 2. Localización Distrital (mapa político del distrito de Alonso de Alvarado)	4
Figura 3. Altura Libre en Túneles	24
Figura 4. Sección Típica de una Carretera a Media Ladera	26
Figura 5. Curvas de Diseño de Espesores Para Estructuras con y sin Tratamiento Bituminosos, Según Análisis USACE.	38

Índice de Tablas

Tabla 1. Población censada por Distrito, Centro Poblado y Caserío de la población beneficiaria según censo 2007	5
Tabla 2. Alonso de Alvarado: Material Predominante en las Paredes y Pisos, Según Tipo de Vivienda, 2007	7
Tabla 3. Alonso de Alvarado: Servicios Higiénicos, 2007	8
Tabla 4. Alonso de Alvarado: Viviendas con Acceso al Sistema Eléctrico, 2007	8
Tabla 5. Alonso de Alvarado: Energía Utilizada en las Viviendas, 2007	9
Tabla 6. Radios Mínimos y Peraltes Máximos en Curvas	18
Tabla 7. Ancho Mínimo de la Calzada en Tangente (en metros)	21
Tabla 8. Sobe Ancho de Calzada (m)	21
Tabla 9. Taludes de Corte	25
Tabla 10. Taludes de Relleno	25
Tabla 11. Granulometría Para Material de Afirmado	27
Tabla 12. Coeficientes de Duración de Lluvias Entre 48 horas y 1 hora.	30
Tabla 13. Valores Para la Determinación del Coeficiente de Escorrentía	31
Tabla 14. Coeficientes de Escorrentía	31
Tabla 15. Coeficiente de Escorrentía	31
Tabla 16. Valores del Coeficiente de Manning	32
Tabla 17. Riesgo de Excedencia (%) durante la Vida Útil Para Diversos Periodos de Retorno	33
Tabla 18. Periodos de Retorno Para Diseño de Obras de Drenaje en Caminos de Bajo Volumen de Transito	33
Tabla 19. Factor de Composición de Trafico (M)	36
Tabla 20. CBR Requerido Para el Material de Afirmado	37
Tabla 21. Precipitación Máxima por mes en 24 hr. (mm) - Estación Alonso de Alvarado ..	55
Tabla 22. Precipitación máxima anual (mm).	56
Tabla 23. Orden Decreciente de las Precipitaciones	56
Tabla 24. Aplicando distribución normal de precipitación en porcentaje para 6, 12 y 24 ..	57
Tabla 25. Intensidad normal en porcentaje para 1, 2, 3, 4, 5 y 6 horas.	57
Tabla 26. Caudales Máximos	58
Tabla 27. Información General del Distrito	61
Tabla 28. Población	61

Tabla 29. Actividades Principales y Niveles de Vida	62
Tabla 30. Máximo nivel de Instrucción de los Miembros de la familia del distrito.....	63
Tabla 31. Resumen de la Información Topográfica	63
Tabla 32. Sobreanchos.....	65
Tabla 33. Tipos de Suelos en Subrasante	68
Tabla 34. Ensayos de Laboratorio Efectuados	70
Tabla 35. Peraltes del Tramo en Estudio	75
Tabla 36. Obras de arte proyectadas.....	78
Tabla 37. Presupuesto Total (resumido).....	79

Resumen

Esta tesis se ha desarrollado en la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Facultad de Ingeniería Civil y Arquitectura de la Universidad Nacional de San Martín - Tarapoto, con fines de titulación como Ingeniero Civil.

El proyecto de tesis está enfocado para dar a conocer una solución rápida, económica y óptima para el mejoramiento vial, ya que en muchas vías, el descuido en el drenaje o la ausencia de ésta, hace que las mismas se deterioren y presenten agrietamientos, fisuras, etc. Causando malestar para los usuarios, falta de comunicación entre pueblos y ciudades, o en el peor de los casos el cambio total de la carpeta de rodadura.

Este proyecto **Estudio definitivo del camino vecinal Nueva Unión Alto la Huarpia (4+715 km) distrito de Alonso de Alvarado – Lamas – San Martín**, se realizó con la finalidad de participar en la solución de la problemática vial que existe en el distrito de Alonso de Alvarado, perteneciente a la provincia de Lamas, ya que la situación actual de los caminos vecinales tiene problemas de transitabilidad especialmente en épocas de lluvia, generando que los costos del transporte de los productos del campo a la ciudad sean altos y que la economía de los agricultores se vea afectada y por ende la calidad de vida de los mismos; es más, una carretera en mal estado como la que se ha estudiado, origina demoras e incomodidad en el desplazamiento del campo a la ciudad y viceversa, encontrándonos de que si bien es cierto se sacan los productos del campo a la ciudad, también es cierto que el agricultor tiene que regresar al campo llevando los productos para la subsistencia, así como los requeridos para su agricultura y demás actividades que se desarrollan en el campo.

Mediante la elaboración de este proyecto se busca que los pobladores de las localidades beneficiadas con el presente proyecto cuenten con una carretera a nivel de afirmado eficiente que integren con los pueblos cercanos y poder transportar los productos a los mercados para su comercialización a un precio razonable y mejorar la calidad de vida, la razón por la cual es necesario efectuar el diseño geométrico del afirmado de dicho tramo.

Palabra clave: Transitabilidad – Elaboración – Problemática Vial – Afirmado.

Abstrac

This thesis has been developed in the Professional School of Civil Engineering of the Faculty of Civil Engineering and Architecture of the National University of San Martín - Tara Poto, with the purpose of qualification as a Civil Engineer.

The thesis project is focused to make known a quick, economic and optimal solution for road improvement, since in many ways, the neglect in the drainage or the absence of it, causes them to deteriorate and present cracks, fissures, etc. Causing discomfort for users, lack of communication between towns and cities, or in the worst case the total change of the rolling folder.

This project was carried out with the purpose of participating in the solution of the road problem that exists in the district of Alonso de Alvarado, belonging to the province of Lamas, since the current situation of the local roads has problems of passability especially in times of rain, generating that the costs of transporting products from the countryside to the city are high and that the farmers' economy is affected and therefore the quality of life of the same; moreover, a road in poor condition such as the one studied, causes delays and discomfort in the movement of the countryside to the city and vice versa, finding that although it is true that the products are taken from the countryside to the city, it is also true that the farmer has to return to the field carrying the products for subsistence, as well as those required for his agriculture and other activities that take place in the field.

Through the elaboration of this project it is sought that the inhabitants of the localities benefited with the present project have a road at the level of affirmed efficient that they integrate with the nearby towns and be able to transport the products to the markets for their commercialization at a reasonable price and improve the quality of life, the reason why it is necessary to carry out the geometric design of the affirmed of said section.

Keyword: Transitability - Elaboration - Road Problems



Introducción

El presente trabajo de tesis, se desarrolla en la Facultad de Ingeniería Civil y Arquitectura, de la Universidad Nacional de San Martín - Tarapoto como una contribución a la sociedad, debido a la problemática vial de nuestro departamento, y las localidades que requieren desarrollarse.

El aporte consiste en diseñar el pavimento a nivel de afirmado en el sector rural de la provincia de Lamas , donde se aprecia el mal estado de los caminos vecinales, es así que nace la idea de elaborar el proyecto de tesis denominado **Estudio definitivo del camino vecinal Nueva Unión - Alto la Huarpia (4+715 km) distrito de Alonso de Alvarado – Lamas – San Martín**, el mismo que nos permitirá utilizarlo cuando se elabore el expediente técnico del proyecto y de esta manera colaborar al desarrollo de las localidades que se encuentran ubicadas a lo largo del proyecto, y al mismo tiempo poner a disposición de la Universidad una investigación que servirá como base para futuros proyectos de desarrollo.

En nuestra región se puede apreciar que aún existen distritos, centros poblados que no cuentan con sus carreteras y en el mejor de los casos si existen estas, en su mayor parte son caminos vecinales que se encuentran en malas condiciones y que no cumplen con las condiciones mínimas para un eficiente servicio.

Entendiendo así la trascendental importancia de las redes viales y frente a la imperiosa necesidad de contar con un sistema vial eficiente que genere progreso y bienestar social, se ha elaborado el presente trabajo de tesis, denominado **Estudio definitivo del camino vecinal Nueva Union – Alto la Huarpia L= (4+715 km) , Distrito de Alonso de Alvarado, Provincia de Lamas – Región San Martín**

CAPÍTULO I

REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

1.1. Generalidades

Este proyecto de tesis, se desarrolla en la Facultad de Ingeniería Civil y Arquitectura, de la Universidad Nacional de San Martín – Tarapoto como una contribución a la sociedad, debido a la problemática vial de nuestro departamento, y las localidades que requieren desarrollarse.

El aporte consiste en tomar contacto con una realidad concreta en el sector rural de la provincia de Lamas, donde se aprecia el mal estado de las carreteras vecinales, siendo así que nace la idea de elaborar un estudio definitivo a nivel de ejecución del camino vecinal: **Nueva Unión – Alto la Huarpia**, y de esta manera apoyar al desarrollo de la localidades que se encuentran ubicadas a lo largo del proyecto, y al mismo tiempo poner a disposición de la universidad una investigación que servirá como base para futuros proyectos de desarrollo.

1.2. Exploración Preliminar Orientando la Investigación

En la actualidad el país busca un desarrollo integral en base a la eficiencia y calidad de los servicios, garantizando para ello la seguridad de los inversionistas privados a fin de facilitar las condiciones de invertir en todos los campos de la actividad económica, y por lo tanto, el departamento de San Martín no está ajeno a esta realidad, por lo que es necesario e imprescindible estar acorde a la dinámica de desarrollo a fin de no quedarnos marginados, social, cultural y económicamente, y siempre estar al a vanguardia de los cambios estructurales que sufre el país en su conjunto.

El desarrollo de una nación depende en gran medida, de la extensión y el estado de su red vial. Los caminos y las carreteras condicionan a la capacidad y velocidad de movilización de personas y mercaderías, aspectos que repercuten directamente en el progreso social, político y económico.

En la Región San Martín, es necesario un plan de desarrollo de la red vial tanto en la carreteras de carácter nacional así como de las carreteras del sistema departamental y vecinal; para que integren la unidad del país, de manera que los pueblos interconectados por la red vial, puedan satisfacer sus necesidades de consumo, además de elevar el nivel social, cultural.

En nuestra región se puede apreciar que aún existen distritos, centros poblados y caseríos que no cuentan con sus carreteras y en el mejor de los casos si existen estas en su mayor parte son caminos vecinales que se encuentran en pésimas condiciones que en épocas de invierno o días de lluvia el tráfico es prácticamente imposible.

Entendiendo así la trascendental importancia de las redes viales y frente a la imperiosa necesidad de contar con un sistema vial eficiente que genere progreso y bienestar social, se ha elaborado el presente proyecto de tesis.

1.3. Aspectos Generales del Estudio

1.3.1. Características Generales

1.3.1.1. Ubicación Geografía Del Proyecto

El camino vecinal **Nueva Union – Alto la Huarpia** se encuentra ubicado en el Distrito de Alonso de Alvarado de la Provincia de Lamas, en el Departamento de San Martín, a $76^{\circ} 46' 24''$ de Latitud Oeste y a $06^{\circ} 21' 16.6''$ de latitud sur; Ubicado en la margen izquierda de la carretera Fernando Belaunde Terry por una carretera que conduce al Distrito, tiene como capital al Poblado de Roque, a una altitud de 1103 m.s.n.m.



Figura 1. Localización Provincial (Fuente: mapa político de la provincia de Lamas)



Figura 2. Localización Distrital (mapa político del distrito de Alonso de Alvarado)

Límites.

Por el norte : Distrito de Pinto Recodo - Provincia de Lamas.

Por el este : Distrito de Tabalosos - Provincia de Lamas

Por el sur : Distrito de San Martín de Alao - Provincia El Dorado.

Por el Oeste : Distrito de Jepelacio - Provincia de Moyobamba.

1.3.1.2.Vías de Acceso

La accesibilidad al área se da localmente por vía terrestre desde la ciudad de Moyobamba a través de una vía asfaltada de segundo orden denominada “Fernando Belaúnde Terry. De allí al cruce del Centro Poblado **Nueva Union – Alto la Huarpia**, margen derecha del río Mayo, aproximadamente a 22km. de la ciudad de Moyobamba.

1.3.1.3.Aspectos Climáticos

Como en toda la selva peruana alta, región de valles amazónicos, se distingue dos estaciones, una, con abundantes lluvias, durante los meses de Noviembre a Junio y otra seca, de Julio a Octubre. La capital distrital se encuentra a una altura de 1,103 m.s.n.m., predominando el clima templado, y soleado casi todo el año.

Las temperaturas varían entre 19.5°C a 33.5°C y la temperatura media anual es de 23°C. La precipitación pluvial media anual es de 550 mm, la humedad relativa media anual fluctúa entre 75% y 85%.

1.3.1.4. Situación Actual de la Vía

En la actualidad el camino vecinal que une los pueblos de **Nueva Union – Alto la Huarpia**; es solo transitable en épocas de verano, debido a las características plásticas de la sub rasante, así como carecer de un drenaje pluvial adecuado, hace que el tránsito en esta vía sea hostil sobre todo en temporadas de alta pluviosidad.

A lo largo de su recorrido, la vía cuenta con 02 badenes existentes, también cuenta con 09 alcantarillas existentes todas de sección circular de 40” de diámetro en las progresivas 00+561.70 ,02+046.0, 03+516.0, 04+710.5, vale mencionar que estas alcantarillas están obsoletas y corroídas por lo que hemos hecho un estudio de drenaje de las aguas superficiales donde hemos calculado y determinado 04 alcantarillas más, sumando un total de 09 alcantarillas obviamente cada una con su respectivo diámetro de diseño; además dadas las circunstancias del terreno hemos considerado la construcción de 6 badenes.

1.3.1.5. Área de Influencia

Con la realización de este proyecto de tesis y posterior ejecución, se verán influenciados en su desarrollo socioeconómico y cultural, el Distrito de Alonso de Alvarado y los centros poblados de **Nueva Union – Alto la Huarpia**, además los Caseríos de Buenos Aires, Alan García, Nuevo San Ignacio, Ramón Castilla y José Paraíso.

1.3.1.6. Población Beneficiaria

La población local actual alcanza un total de 14,883 habitantes, distribuidas en los centros poblados del Distrito de Alonso de Alvarado, según el registro comunitario y con datos referenciales del censo 2007, tomados por el INEI, el mismo que se detalla en la Tabla 1.

Tabla 1

Población censada por Distrito, Centro Poblado y Caserío de la población beneficiaria según censo 2007.

Distrito/CP/Caserío	Área	Viviendas
Roque	Urbano	537
Pacaysapa	Urbano	419
Pinshapampa	Urbano	339
Dos de Mayo	Rural	18
Vencedores	Rural	34
Nueva Unión	Rural	85
Nangao	Rural	24
Santa Rosa	Rural	59
Alto Lahuarpia	Rural	44
Alto Cutervo	Rural	53
Porvenir Amazónico	Rural	59

Fuente: Censo Poblacional – 2007/INEI.

1.3.1.7. Condiciones Económicas

La principal actividad económica en la provincia es la agricultura, seguida en importancia por la ganadería, la caza y pesca para subsistencia. De acuerdo a la información obtenida para el presente estudio, otras actividades como el turismo y la actividad forestal maderable, tienen una relevancia significativamente menor.

1.3.1.8. Características Socio – Económicas

La población total del ámbito de influencia de la carretera es de 14,883 habitantes del Distrito de Alonso de Alvarado (Fuente: Instituto de Estadística e Informática INEI), distribuidos de la siguiente manera:

Población Urbana	: 1295 viviendas
Población Rural	: 668 viviendas

Las viviendas se caracterizan generalmente por su precariedad y rusticidad, tanto en el material empleado como por la tecnología empleada en su construcción, ubicadas en formas dispersas y carentes de una planificación urbana, predominando el hacinamiento familiar.

En el Cuadro, se refleja que en el distrito de Alonso de Alvarado, la predominancia del material en las paredes de la vivienda es de madera (66.26%) y Sólo, el 15.67% de las viviendas es de ladrillo o Bloque de cemento.

En cuanto al piso de las viviendas, se tiene que en el distrito de análisis, predomina el piso de tierra con el 79,29% de su población, seguido de las viviendas con piso de cemento con el 17,98%.

Tabla 2

Alonso de Alvarado: Material Predominante en las Paredes y Pisos, Según Tipo de Vivienda, 2007.

Categorías	Casos	%
Material de Paredes		
Ladrillo o Bloque de cemento	510	15.67
Adobe o tapia	309	9.50
Madera	2,156	66.26
Quincha	219	6.73
Estera	3	0.09
Piedra con barro	33	1.01
Piedra o Sillar con cal o cemento	11	0.34
Otro	13	0.40
Total	3,254	100.00
Material de Pisos		
Tierra	2,580	79.29
Cemento	585	17.98
Losetas, terrazos	0	0.00
Parquet o madera pulida	11	0.34
Madera, entablados	75	2.30
Láminas asfálticas	2	0.06
Otro	1	0.03
Total	3,254	100.00

Fuente: INEI: Censos Nacionales 2007: XI de Población y VI de vivienda

En el Distrito de Alonso de Alvarado, según nos muestra el cuadro, el servicio de desagüe a través de red pública dentro de la vivienda en el área urbana es del 5,52% y el 0,40% en el área rural. A nivel urbano el 76.16% de las viviendas tiene pozo ciego o letrina dentro de la vivienda. Un total de 17,39% de viviendas del distrito aún no cuenta con el servicio dentro de sus viviendas, esto significa manifestar que persiste el peligro de las condiciones de vida de las familias que no cuentan con este servicio, especialmente de los niños.

Tabla 3*Alonso de Alvarado: Servicios Higiénicos, 2007.*

Servicio Higiénico que Tiene la Vivienda	Tipo de Área		Total (%)
	Urbano (%)	Rural (%)	
Red pública de desagüe dentro de la Vivienda	5.52	0.40	2.37
Red pública de desagüe fuera de la Vivienda	2.08	0.20	0.92
Pozo séptico	8.16	5.79	6.70
Pozo ciego o negro/letrina	76.16	68.56	71.48
Río, acequia o canal	1.84	0.70	1.14
No tiene	6.24	24.35	17.39
Total	100.00	100.00	100.00

Fuente: INEI: Censos Nacionales 2007: XI de Población y VI de vivienda

Apreciamos en el cuadro, que en el área urbana el 71,92% de las viviendas si tiene el servicio de alumbrado eléctrico y un 28.08% de viviendas que no acceden al sistema eléctrico, En el área rural sólo el 6,34% cuenta con el servicio.

Las viviendas que no cuentan con el servicio eléctrico, dificulta el desarrollo normal de actividades en las familias, además de ser necesaria una rehabilitación y mejoramiento de las redes existentes, debido a la antigüedad de las instalaciones

Tabla 4*Alonso de Alvarado: Viviendas con Acceso al Sistema Eléctrico, 2007*

La vivienda Tiene Alumbrado Eléctrico	Tipo de área		Total (%)
	Urbano (%)	Rural (%)	
Si tiene alumbrado eléctrico	71.92	6.34	31.53
No tiene alumbrado eléctrico	28.08	93.66	68.47
Total	100.00	100.00	100.00

Fuente: INEI: Censos Nacionales 2007: XI de Población y VI de vivienda

La población en el distrito utiliza como fuente de energía en primer orden es la leña (81.04%) para cocinar, seguido del 15.71% de la población que utiliza como fuente de energía el Gas, lo que estaría contribuyendo a la deforestación masiva de los alrededores incidiendo directamente en la deforestación. Cabe mencionar, que la población al usar para

cocinar la leña, kerosene y otros, se debería a la precariedad económica de las familias al acceso a servicios mejores para la cocción de sus alimentos.

Tabla 5

Alonso de Alvarado: Energía Utilizada en las Viviendas, 2007.

Energía que más utiliza para cocinar	Tipo de área		Total (%)
	Urbano (%)	Rural (%)	
Electricidad	0.08	0.00	0.03
Gas	34.56	3.81	15.71
Kerosene	0.47	0.15	0.27
Carbón	0.86	0.20	0.45
Leña	58.39	95.35	81.04
Bosta, estiércol	0.08	0.10	0.09
Otro	0.16	0.05	0.09
No cocinan	5.41	0.35	2.31
Total	100.00	100.00	100.00

Fuente: INEI: Censos Nacionales 2007: XI de Población y VI de vivienda

1.3.1.9. Actividades Principales y Niveles de Vida

En la zona de influencia del proyecto correspondiente al sector, la actividad principal es la agricultura, seguida en importancia por la ganadería, la caza y pesca para subsistencia.

Los productos agrícolas que se cultivan son café, maíz, cacao, plátano y también la ganadería como son los vacunos, porcinos, ovinos y caprinos; además de los animales domésticos como las gallinas, los patos y los pavos; todos estos productos agropecuarios se comercializan en el mercado regional, son un número reducido de personas las que poseen mayor cantidad de tierras y ganados y que el volumen de producción les permite cubrir los altos costos de transporte que implica evacuar sus productos hacia el mercado local.

No obstante la mayoría produce solo para el autoconsumo; el intercambio de de sus productos mediante el trueque y un mínimo volumen de comercialización debido a la carencia de una carretera transitable que les facilite llevar sus productos hacia los mercados de consumo; esta carencia será superada mediante la ejecución del presente proyecto.

Sobre la estructura y composición de las clases sociales, estas se hallan en relación con la propiedad de los medios de producción, el empleo y el ingreso, que devienen de un determinado nivel de vida, así como en el acceso a las necesidades básicas de la población.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes, Planteamiento, Delimitación, Formulación del Problema a Resolver

2.1.1. Antecedentes del Problema

Las vías de comunicación terrestre son requisitos indispensables para la realización de las principales actividades humanas y para el desarrollo de los pueblos.

En el departamento de San Martín, como en todas las regiones de nuestro territorio, uno de los grandes problemas que atrasa el desarrollo integral, es entre otros, principalmente la falta y la intransitabilidad de las vías de comunicación, lo que impide el desarrollo de los pueblos. El Mejoramiento del Camino Vecinal: **Nueva Unión – Alto la Huarpia**, viene siendo un anhelo desde hace años por estas comunidades para integrar la red vial, ya que se encuentra en mal estado de transitabilidad por la presencia de las constantes lluvias reinantes en la zona.

Los estudios definitivos de ingeniería a nivel de mejoramiento para la vía que serán intervenidas, consideran estándares técnicos con niveles de intervención con costos acordes a la demanda vehicular.

Los poblados de **Nueva Unión – Alto la Huarpia** por años han tratado de lograr su desarrollo Socio – Económico, y uno de los problemas que afrontan los pobladores de las mencionadas localidades, es la intransitabilidad de la carretera de acceso que les permita comercializar sus productos agrícolas con los principales mercados de abastos de una forma rápida y fácil. Por lo tanto, es de vital importancia el mejoramiento de la carretera que integre los pueblos mencionados con la red vial principal Fernando Belaunde Terry, para que logren desarrollar sus objetivos socio – económicos ansiados.

2.1.2. Planteamiento del Problema

El tramo de carretera existente entre el sector de **Nueva Unión – Alto la Huarpia** en el Distrito de Alonso de Alvarado, presenta en la actualidad problemas de deslizamientos en las zonas que existe deforestación sobre la plataforma de rodadura, esto debido a la estratigrafía del

suelo, la cual tiene fallas geológicas debido a que la capa freática humedece constantemente el terreno de fundación lo cual permite la socavación del suelo, razón por la cual siempre tiende a deslizarse, además por el mal estado en que se encuentra dicha vía solamente es transitable en época de verano, no permitiendo sacar sus productos a los mercados regionales y nacionales.

2.1.3. Delimitación del Problema

La investigación se limita a efectuar el estudio definitivo para el mejoramiento del camino vecinal **Nueva Unión – Alto la Huarpia**, provincia de Lamas, región San Martín.

Lo que demanda encontrar todos los argumentos justificatorios tanto sociales, económicos y técnicos, que permitan tener un proyecto sustentable para la búsqueda de su financiamiento y ejecución.

Son parte complementaria en el estudio el respeto al derecho de vía del camino ya que existen sembríos a lo largo del trazo y esto dificulta el normal desarrollo del proyecto. Se agrega a ello, que no se cuenta con fotografías aéreas que muestren la configuración del terreno donde está ubicado el camino vecinal en estudio, haciéndolo más laborioso, así como que las precipitaciones son muy constantes y ello ocasiona que los trabajos de campo se atrasen. En fin, muchas variables fueron tomadas en cuenta para el desarrollo de este trabajo.

2.1.4. Formulación del Problema a Resolver

Los pobladores del sector de la **Nueva unión – Alto la Huarpia** tienen la necesidad de contar con una vía de acceso rápida, que pueda integrarse con la carretera Fernando Belaunde Terry, y por ende con los principales mercados para comercializar sus productos y elevar cuantitativamente el comercio y el movimiento económico de la zona en estudio. De manera que es necesario responder a la siguiente interrogante:

¿En qué medida el estudio definitivo para el mejoramiento del camino vecinal: Nueva Unión – Alto la Huarpia mejorará las condiciones socioeconómicas de la población de estas localidades y anexos?

2.2.Objetivos

2.2.1. Objetivo General

Elaborar el estudio definitivo para el mejoramiento del camino vecinal que une los pueblos de: **Nueva Unión – Alto la Huarpia**, que permita el desarrollo socio – económico y cultural de las comunidades que se encuentran en el área de influencia del proyecto.

2.2.2. Objetivos Específicos

Elaborar el estudio socio – económico y cultural de las comunidades que se encuentran en el área de influencia del proyecto.

Elaborar los estudios de ingeniería.

Determinar el costo del proyecto.

Valorizar económicamente los recursos utilizados y los beneficios que se deriven luego de su ejecución.

Efectuar los estudios de impacto ambiental.

2.3. Justificación de la Investigación

Ante la fuerte migración en esta parte de la selva, en las últimas décadas, la región San Martín ha tenido un desarrollo considerable en las actividades agrícolas, económicas, sociales así como también en el rubro de la construcción de la ingeniería civil. Es por ello que surge la necesidad de efectuar el estudio definitivo para el mejoramiento del camino vecinal: **Nueva Unión – Alto la Huarpia**, de esta manera poder conocer las condiciones en las que se encuentra dicho tramo.

El estudio definitivo para el mejoramiento del camino vecinal: **Nueva Unión – Alto la Huarpia** constituye uno de los estudios primordiales para una adecuada transitabilidad en dicho tramo y de esta manera optimizar recursos, facilitar el transporte, ahorrar dinero y ganar tiempo a la hora llevar sus productos agrícolas a los mercados.

2.4.Delimitación de la Investigación

La investigación se limita a efectuar el estudio definitivo para el mejoramiento del camino vecinal: **Nueva Unión – Alto la Huarpia**, Distrito de Alonso de Alvarado, Provincia de Lamas, Región San Martín.

Lo que demanda encontrar todos los argumentos justificatorios tanto sociales, económico y técnicos, que permitan tener un proyecto sustentable para la búsqueda de su financiamiento y ejecución.

Son parte complementaria en el estudio el respeto al derecho de vía del camino ya que existen sembríos a lo largo del trazo y esto dificulta el normal desarrollo del proyecto. Se agrega a ello, que no se cuenta con fotografías aéreas que muestren la configuración del terreno donde está ubicado el camino vecinal en estudio, haciéndolo más laborioso, así como que las precipitaciones son muy constantes y ello ocasiona que los trabajos de campo se atrasen. En fin, muchas variables fueron tomadas en cuenta para el desarrollo de este proyecto.

2.5. Marco Teórico

2.5.1. Antecedentes de la Investigación

El **Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC)**, ha elaborado el “Manual para el diseño de Carreteras no Pavimentadas de Bajo volumen de Transito”, documento básico que proporciona la normativa a considerar para la elaboración del presente trabajo de tesis.

El **Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC)**, también ha elaborado las “Especificaciones Técnicas de Rehabilitación Mejoramiento y Mantenimiento de Caminos Vecinales”, documento que proporciona información referente al detalle de las especificaciones técnicas consideradas que se usan en el presente trabajo.

Valle Rodas, en su texto de “Carreteras, Calles y Aeropistas”, nos presenta información sobre los principios generales de mecánica de suelos aplicados a la pavimentación así como métodos de cálculo de pavimentos flexibles.

Ríos Vargas, en el año 2000, presento un trabajo denominado “Diseño Geométrico y Asfaltado de la Avenida Circunvalación - Tarapoto”, por el cual define el diseño de una vía, pero no elabora el costo del presupuesto.

Cosavalente Vela, en el año 2005, presento un trabajo denominado “Asfaltado del Jr. Alfonso Ugarte Tarapoto: Presupuesto y Programación, Tramo I: Km 0+000 – Km 1+122.683”

Ponce Torres, en el año 2010, presento un trabajo denominado “Estudio Definitivo a Nivel de Ejecución Del Camino Vecinal Calzada – Sector Potrerillo Tramo: Km 0+000 – Km 2+920”

2.5.2. Fundamentación Teórica de la Investigación

2.5.2.1. Clasificación de Carreteras

2.5.2.1.1. Según su Función

El **Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC)**, en el Manual Para el Diseño de Carreteras no Pavimentadas de Bajo Volumen de Transito, vías que conforman el mayor porcentaje del sistema nacional de carreteras (SINAC), establece que por su función las carreteras se clasifican en:

Carreteras de la Red Vial Nacional

Carreteras de la Red Vial Departamental o Regional

Carreteras de la Red Vial Vecinal o Rural

2.5.2.1.2. Según el Servicio

Asimismo, el **Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC)**, según norma establece que, a pesar de las normas peruanas para el diseño de carreteras no considera una sub clasificación de los caminos vecinales, “la Oficina de asesoría técnica del Ministerio de Transportes y Comunicaciones ha emitido el proyecto de normas para el diseño de caminos vecinales que complementa a las normas viales vigentes con el propósito de lograr un aprovechamiento más racional de las inversiones”

“A continuación se detalla la sub clasificación de los caminos vecinales y según la cual se considera al presente proyecto como un Camino Vecinal Tipo CV - 3”

Camino CV – 1, tráfico de diseño con un IMD entre 100 y 200 veh/día

Camino CV – 2, tráfico de diseño con un IMD entre 30 y 100 veh/día

Camino CV – 3, tráfico de diseño con un IMD hasta 30 veh/día

Trochas Carrozables – sin IMD definido

2.5.2.2. Derecho de Vía

2.5.2.2.1. Ancho Normal

El **Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC)**, establece que “La faja de dominio o derecho de vía, dentro de la que se encuentra la carretera y sus obras complementarias, se extenderá hasta 5.00 metros más allá del borde de los cortes, del pie de

los terraplenes o de borde más alejado de las obras de drenaje que eventualmente se construyen”.

2.5.2.2.2. Ancho Mínimo

El **Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC)**, también precisa que “en zona urbana el ancho necesario no será menor de 10.00 metros, es decir 5.00 metros a cada lado del eje”.

En zona de cultivo el ancho requerido no será menor de 15 metros y en zona de montaña el ancho requerido será de 20 metros.

2.5.2.3. Previsión de Ensanche

Asimismo, que “en zonas donde es frecuente el tránsito de animales de carga y ganado que no pueda ser desviado por caminos de herradura, se ampliara de faja de dominio en un ancho suficiente”.

2.5.2.4. Diseño Geométrico

2.5.2.4.1. Distancia de Visibilidad

El **Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC)**, establece que “Distancia de visibilidad es la longitud continua hacia delante de la carretera que es visible al conductor del vehículo. En diseño, se considera tres distancias: la de visibilidad suficiente para detener el vehículo; la necesaria para que un vehículo adelante a otro que viaja a velocidad inferior en el mismo sentido; y la distancia requerida para cruzar o ingresar a una carretera de mayor importancia”.

2.5.2.4.2. Visibilidad de Parada

Para el **Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC)**, “Distancia de visibilidad de parada es la longitud mínima requerida para que se detenga un vehículo que viaja a la velocidad directriz, antes de que alcance a un objeto que se encuentre en su trayectoria”.

Para efecto de la determinación de la visibilidad de parada se considera que el objeto inmóvil tiene una altura de 0.60 m y que los ojos del conductor se ubican a 1.10 m por encima de la rasante de la carretera.

2.5.2.5. Elementos del diseño Geométrico

El manual para el diseño de carreteras no pavimentadas de bajo volumen de tránsito, elaborado por el **Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC)**, indica lo siguiente:

Los elementos que definen la geometría de la carretera son:

La velocidad de diseño seleccionada

La distancia de visibilidad necesaria

La estabilidad de la plataforma de la carretera, de las superficies de rodadura, de puentes de obras de arte y de los taludes

La preservación del medio ambiente

2.5.2.6. Alineamiento Horizontal

El manual para el diseño de carreteras no pavimentadas de bajo volumen de tránsito, elaborado por el **Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC)**, indica lo siguiente:

2.5.2.6.1. Consideraciones Para el Alineamiento Horizontal

“El alineamiento horizontal deberá permitir la circulación ininterrumpida de los vehículos, tratando de conservar la misma velocidad directriz en la mayor longitud de carretera que sea posible.

El alineamiento carretero se hará tan directo como sea conveniente adecuándose a las condiciones del relieve y minimizando dentro de lo razonable el número de cambios de dirección. El trazado en planta de un tramo carretero está compuesto de la adecuada sucesión de rectas (tangentes), curvas circulares y curvas de transición”

2.5.2.6.2. Curvas horizontales

“El mínimo radio de curvatura es un valor límite que esta dado en función del valor máximo del peralte y del factor máximo de fricción para una velocidad directriz determinada. En la Tabla N° 01 se muestran los radios mínimos y los peraltes máximos elegibles para cada velocidad directriz.

En el alineamiento horizontal de un tramo carretero diseñado para una velocidad directriz, un radio mínimo y un peralte máximo, como parámetros básicos, debe evitarse el empleo de curvas de radio mínimo. En general, se tratara de usar curvas de radio amplio, reservando el empleo de radios mínimos para condiciones más críticas”

2.5.2.6.3. El peralte de la Carretera

“Se denomina peralte a la sobre elevación de la parte exterior de un tramo de la carretera en curva con relación a la parte interior del mismo con el fin de contrarrestar la acción de la fuerza centrífuga. Las curvas horizontales deben ser peraltadas”.

“El peralte máximo tendrá como valor máximo normal 8% y como valor excepcional 10%. En carreteras afirmadas bien drenadas en casos extremos, podría justificarse un peralte máximo alrededor de 12%”.

El radio mínimo (R_{min}) de curvatura es un valor límite que está dado en función del valor máximo del peralte (e_{max}) y el factor máximo de fricción (f_{max}) seleccionados para una velocidad directriz (V). El valor del radio mínimo puede ser calculado por la expresión:

$$R_{min} = \frac{V^2}{127(0.01e_{max}+f_{max})}$$

Tabla 6

Radio Mínimos y Peraltes Máximos en Curvas

Velocidad Directriz (Km/h)	Peralte Máximo e (%)	Valor Límite de Fricción (fmax)	Calculado Radio Mínimo (m)	Redondeo Radio Mínimo (m)
20	4.0	0.18	14.3	15
30	4.0	0.17	33.7	35
40	4.0	0.17	60.0	60
50	4.0	0.16	98.4	100
60	4.0	0.15	149.1	150
20	6.0	0.18	13.1	15
30	6.0	0.17	30.8	30
40	6.0	0.17	54.7	55
50	6.0	0.16	89.4	90
60	6.0	0.15	134.9	135
20	8.0	0.18	12.1	10
30	8.0	0.17	28.3	30
40	8.0	0.17	50.4	50
50	8.0	0.16	82.0	80
60	8.0	0.15	123.2	125
20	10.0	0.18	11.2	10
30	10.0	0.17	26.2	25
40	10.0	0.17	46.6	45
50	10.0	0.16	75.7	75
60	10.0	0.15	113.3	115
20	12.0	0.18	10.5	10
30	12.0	0.17	24.4	25
40	12.0	0.17	43.4	45
50	12.0	0.16	70.3	70
60	12.0	0.15	104.9	105

Fuente: MTC: Manual Para el diseño de Carreteras no Pavimentadas de Bajo Volumen de Tránsito.

2.5.2.7. Alineamiento Vertical

2.5.2.7.1. Consideraciones Para el Alineamiento Vertical

El **Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC)**, establece lo siguiente:

En el diseño vertical, el perfil longitudinal conforma la rasante, la misma que está constituida por una serie de rectas enlazadas por arcos verticales parabólicos a los cuales dichas rectas son tangentes.

Para fines de proyecto, el sentido de las pendientes se define según el avance del kilometraje, siendo positivas aquellas que implican un aumento de cota y negativas aquellas que producen una pérdida de cota.

Las curvas verticales entre dos pendientes sucesivas permiten conformar una transición entre pendientes de distinta magnitud, eliminando el quiebre brusco de la rasante. El diseño de estas curvas asegurara distancias de visibilidad adecuadas.

El sistema de cotas del proyecto se referirá en lo posible al nivel medio del mar, para lo cual se enlazaran los puntos de referencia del estudio con los B.M. de nivelación del Instituto Geográfico Nacional.

A efectos de definir el perfil longitudinal, se consideraran como muy importantes las características funcionales de seguridad y comodidad que se deriven de la visibilidad disponible, de la deseable ausencia de pérdidas de trazado y de una transición gradual continua entre tramos con pendientes diferentes.

Para la definición del perfil longitudinal se adoptaran los siguientes criterios, salvo casos suficientemente justificados:

En carreteras de calzada única, el eje que define el perfil coincidirá con el eje central de la calzada.

Salvo casos especiales en terreno llano, la rasante estará por encima del terreno a fin de favorecer el drenaje.

En terreno ondulado, por razones de economía, la rasante se acomodara a las inflexiones del terreno, de acuerdo con los criterios de seguridad, visibilidad y estética.

En terreno montañoso y en terreno escarpado, también se acomodara la rasante al relieve del terreno evitando los tramos en contrapendiente cuando debe vencerse un desnivel considerable, ya que ello conducirá a un alargamiento innecesario del recorrido de la carretera.

Es deseable lograr una rasante compuesta por pendientes moderadas que presenten variaciones graduales entre los alineamientos, de modo compatible con la categoría de la carretera y la topografía del terreno.

Los valores específicos para pendientes máximas y longitud crítica podrán emplearse en el trazado cuando resulte indispensable. El modo y la oportunidad de la aplicación de las pendientes determinaran la calidad y apariencia de la carretera.

Rasantes de lomo quebrado (dos curvas verticales de mismo sentido, unidas por una alineación corta), deberán ser evitadas siempre que sea posible. En casos de curvas convexas, se generan largos sectores con visibilidad restringida y cuando son cóncavas, la visibilidad del conjunto resulta antiestética y se generan confusiones en la apreciación de las distancias y curvaturas.

2.5.2.8. Pendiente

El **Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC)**, indica que “en los tramos en corte, se evitara preferiblemente el empleo de pendientes menores a 0.5%. Podrá hacerse uso de rasantes horizontales en los casos en los que las cunetas adyacentes pueden ser dotadas de la pendiente necesaria para garantizar el drenaje y la calzada cuente con un bombeo igual o superior a 2%”.

2.5.2.9. Sección Transversal

2.5.2.9.1. Calzada

El **Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC)**, indica que “en el diseño de carreteras de muy bajo volumen de tráfico $IMDA < 50$, la calzada podrá estar dimensionada para un solo carril. En los demás casos, la calzada se dimensionara para dos carriles”.

En la tabla 7, se indican los valores apropiados del ancho de la calzada en tramos rectos para cada velocidad directriz en relación al tráfico previsto y la importancia de la carretera.

Tabla 7*Ancho Mínimo de la Calzada en Tangente (en metros)*

Trafico IMDA	<15	16 a 50		51 a 100		101 a 200	
Velocidad Km/h	*	**		**		**	
25	3.50	3.50	5.00	5.50	5.50	5.50	6.00
30	3.50	4.00	5.50	5.50	5.50	5.50	6.00
40	3.50	5.50	5.50	5.50	6.00	6.00	6.00
50	3.50	5.50	6.00	5.50	6.00	6.00	6.00
60	3.50	5.50	6.00	5.50	6.00	6.00	6.00

Fuente: MTC: Manual Para el diseño de Carreteras no Pavimentadas de Bajo Volumen de Transito.

* Calzada de un solo carril, con plazoleta de cruce y/o adelantamiento

** Carreteras con predominio de tráfico pesado.

Asimismo, El **Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC)**, precisa que “en los tramos en recta, la sección transversal de la calzada presentara limitaciones transversales (bombeo) desde el centro hacia cada uno de los bordes para facilitar el drenaje superficial y evitar el empozamiento del agua”.

Las carreteras no pavimentadas estarán provistas de bombeo con valores entre 2% y 3%. En los tramos en curva, el bombeo será sustituido por el peralte. En las carreteras de bajo volumen de transito con IMDA inferior a 200 veh/día, se puede sustituir el bombeo por una inclinación transversal de la superficie de rodadura de 2.5% a 3% hacia uno de los lados de la calzada.

Para determinar el ancho de la calzada en un tramo en curva, deberán considerarse las secciones indicadas en la tabla N° 7. Estarán provistas de sobre anchos, en los tramos en curva, de acuerdo a lo indicado en la tabla 8.

Tabla 8*Sobe Ancho de Calzada (m)*

Velocidad Directriz (Km/h)	Radio de Curva (m)																
	10	15	20	30	40	50	60	80	100	125	150	200	300	400	500	750	1000
20	*	6.52	4.73	3.13	2.37	1.92	.62	1.24	1.01	.83	.70	0.55	0.39	0.30	0.25	0.18	0.14
30			4.95	3.31	2.53	2.06	1.74	1.35	1.11	.92	.79	0.62	0.44	0.35	0.30	0.22	0.18
40					2.68	2.20	1.87	1.46	1.12	.91	.87	0.69	0.50	0.40	0.34	0.25	0.21
50								1.57	1.31	.10	.95	0.76	0.56	0.45	0.39	0.29	0.24
60									1.41	.19	.03	0.83	0.62	0.50	0.43	0.33	0.27

Fuente: MTC: Manual Para el diseño de Carreteras no Pavimentadas de Bajo Volumen de Transito.

2.5.2.9.2. Bermas

El **Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC)**, indica que “a cada lado de la calzada, se proveerán bermas con un ancho de 0.50 m. Este ancho deberá permanecer libre de todo obstáculo incluyendo señales y guardavías.

Cuando se coloque guardavías se construirá un sobre ancho de mínimo 0.50 m.

En los tramos en tangentes las bermas tendrán una pendiente de 4% hacia el exterior de la plataforma.

La berma situada en el lado inferior del peralte seguirá la inclinación de este cuando su valor sea superior a 4%. En caso contrario, la inclinación de la berma será igual a 4%.

La berma situada en la parte superior del peralte tendrá en lo posible una inclinación en sentido contrario al peralte igual a 4%, de modo que escurra hacia la cuneta.

La diferencia algebraica entre las pendientes transversales de la berma superior y la calzada será siempre igual o menor a 7%. Esto significa que cuando la inclinación del peralte es igual a 7%, la sección transversal de la berma será horizontal y cuando el peralte sea mayor a 7%, la berma superior quedara inclinada hacia la calzada con una inclinación igual a la inclinación del peralte menos 7%”.

2.5.2.9.3. Ancho de la Plataforma

El ancho de la plataforma a rasante terminada resulta de la suma del ancho en calzada y del ancho de las bermas. La plataforma a nivel de la sobrasante tendrá un ancho necesario para recibir sobre ella la capa o capas integrantes del afirmado y la cuneta de drenaje.

Sobreancho

Según el **Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC)**, menciona lo siguiente: “Se define al sobreancho, como el ancho adicional que se debe dar a la superficie de rodadura en los tramos en curva para compensar el mayor espacio requerido, al contrarrestar la fuerza centrífuga que se genera en los vehículos”.

El sobreancho varía según el tipo de vehículo considerado, ya que es función de la distancia entre ejes del mismo. Para el tramo en estudio se ha tomado un valor de 6.00 m, que corresponde a la distancia entre ejes de un camión, ya que este es el medio de transporte más utilizado en las zonas de cultivo.

El sobreancho se obtiene de la fórmula:

$$S = n(R - \sqrt{R^2 - L^2}) + \frac{Vd}{10\sqrt{R}} \quad \dots\dots\dots (2)$$

Donde:

S = Sobreancho

n = Número de Carriles

Vd = Velocidad Directriz

L = Distancia Entre Ejes del Vehículo

R = Radio de la Curva

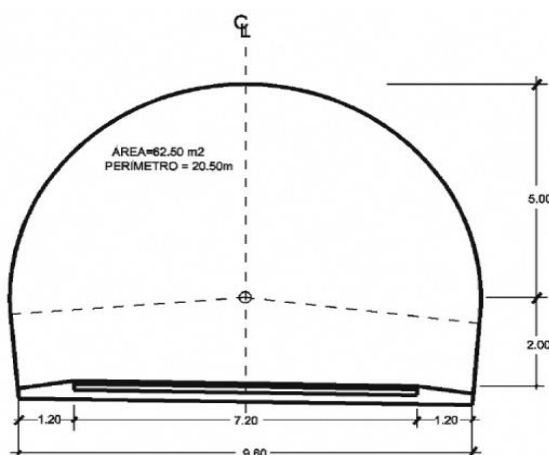
2.5.2.9.4. Plazoletas

Según el **Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC)**, establece que: “en carreteras de un solo carril con dos sentidos de tránsito, se construirán ensanches en la plataforma, cada 500 m como mínimo para que puedan cruzarse los vehículos opuestos o adelantarse aquellos del mismo sentido”

2.5.2.9.5. Dimensiones en los Pasos Inferiores

El **Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC)**, establece que “la altura libre deseable sobre la carretera será por lo menos 5.00 m. En los túneles, la altura libre no será menor de 5.50 m. Ver figura N°1”.

Cuando la carretera pasa debajo de una obra de arte vial, su sección transversal permanece inalterada y los estribos o pilares de la obra debajo de la cual pasa, deben encontrarse fuera de las bermas o de las cunetas eventuales agregándose una sobreberma no menos a 0.50 m (1.50 deseable).



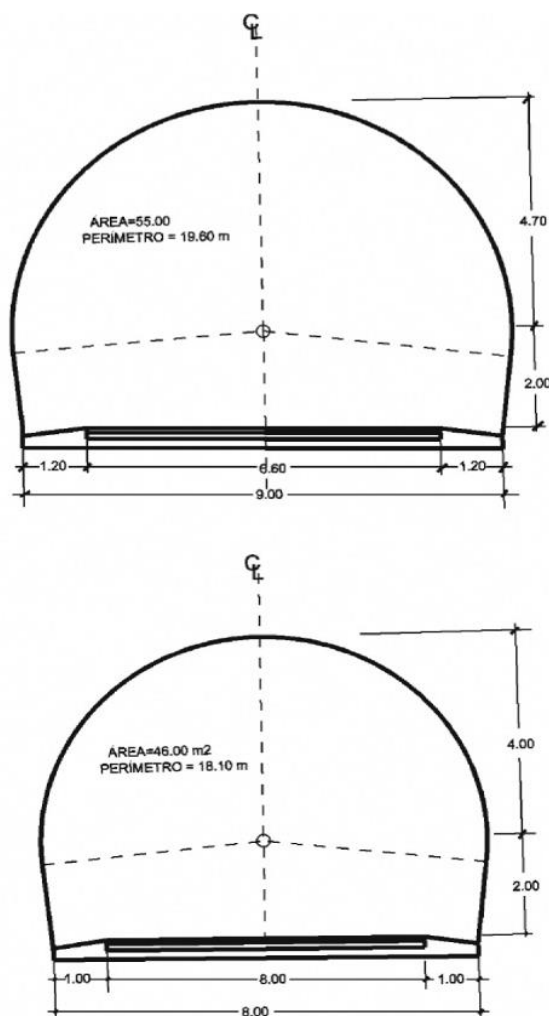


Figura 3. Altura Libre en Túneles (Fuente: MTC: Manual Para el diseño de Carreteras no Pavimentadas de Bajo Volumen de Transito)

2.5.2.9.6. Taludes

Según el **Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC)**, “los taludes para las secciones en corte y relleno varían de acuerdo a la estabilidad de los terrenos en que están practicados.

Las alturas admisibles del talud y su inclinación se determinaran en lo posible, por medio de ensayos y cálculos o tomando en cuenta la experiencia del comportamiento de los taludes d corte ejecutados en rocas o suelos de naturaleza y características geotécnicas similares que se mantienen estables ante condiciones ambientales semejantes”.

Loa valores de la inclinación de los taludes en corte y relleno serán de un modo referencial los indicados en la tabla 9 y la tabla 10 respectivamente como se indica:

Tabla 9*Taludes de Corte*

Clase de Terreno	Talud (V : H)		
	H < 5	5 < H < 10	H > 10
Roca Fija	10 : 1	(*)	(**)
Roca Suelta	6 : 1 – 4 : 1	(*)	(**)
Conglomerados Cementados	4 : 1	(*)	(**)
Suelos Consolidados Compactos	4 : 1	(*)	(**)
Conglomerados Comunes	3 : 1	(*)	(**)
Tierra Compacta	2 : 1 – 1 : 1	(*)	(**)
Tierra Suelta	1 : 1	(*)	(**)
Arenas Sueltas	1 : 2	(*)	(**)
Zonas Blandas con Abundante Arcilla o	1 : 2		
Zonas Humedecidas por Filtraciones	Hasta 1 : 3	(*)	(**)

*Requiere baqueta o análisis de estabilidad

**Requiere análisis de estabilidad

Fuente: MTC: Manual Para el diseño de Carreteras no Pavimentadas de Bajo Volumen de Transito.

Tabla 10*Taludes de Relleno*

Materiales	Taludes de Relleno		
	Talud (V : H)		
	H < 5	5 < H < 10	H > 10
Enrocado	1 : 1	(*)	(**)
Suelos Diversos Compactados	1 : 1.5	(*)	(**)
Arena compactada	1 : 2	(*)	(**)

*Requiere baqueta o análisis de estabilidad

**Requiere análisis de estabilidad

Fuente: MTC: Manual Para el diseño de Carreteras no Pavimentadas de Bajo Volumen de Transito.

2.5.2.9.7. Sección Transversal Típica

Según el **Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC)**, “la figura N° 2 ilustra una sección transversal típica de la carretera, a media ladera, que permite observar hacia el lado derecho de la estabilización del talud de corte y hacia el lado izquierdo, el talud estable de relleno.

Ambos detalles por separado, grafican en el caso de presentarse en ambos lados, la situación denominada, en el primer caso carreteras en cortes cerrados y en el segundo caso de carreteras en relleno”

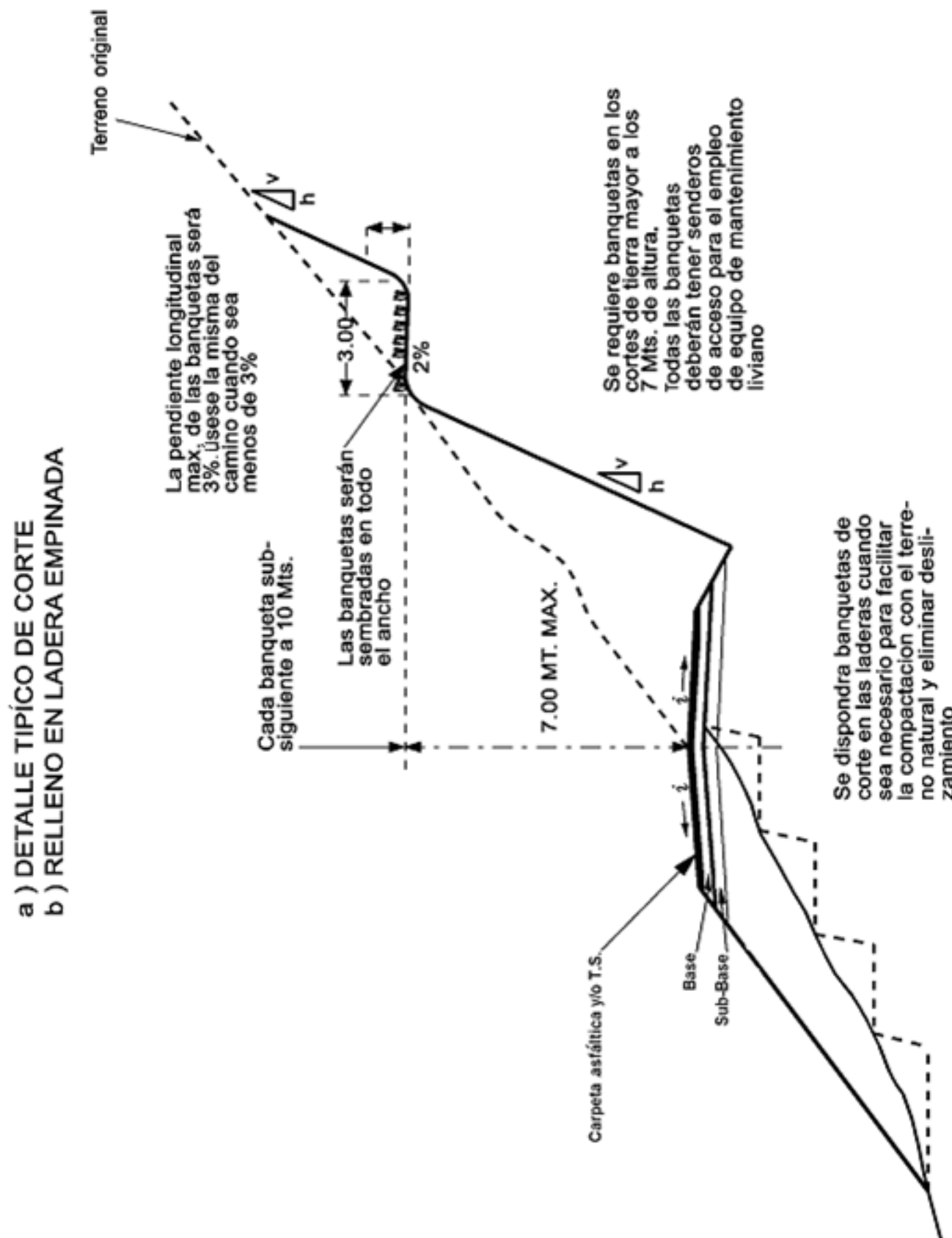


Figura 4. Sección Típica de una Carretera a Media Ladera (Fuente: MTC: Manual Para el diseño de Carreteras no Pavimentadas de Bajo Volumen de Tránsito)

2.5.2.10. Composición de Tráfico

Según el **Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC)**, “el método aproximado consiste en determinar un factor de composición de tráfico (M) basado en tres categorías de porcentajes de camiones (bajo, mediano y alto) y tres categorías de rango probable de la distribución de rango probable de la distribución de ejes de carga (liviano, mediano y pesado), de los camiones. Los valores del factor de composición de tráfico (M); están tabulados en el cuadro N° 03.

Una vez estimado el factor M, el cálculo de N de ejes equivalentes a 18 kips, durante el primer año y durante el periodo de diseño (en función de la tasa de crecimiento), se realiza en forma convencional”

2.5.2.11. Capacidad Portante del Suelo de Rasante

Para el **Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC)**, “el suelo de rasante es la capa superficial de las explanaciones y sobre el que se construye la estructura del pavimento. El diseño del espesor del pavimento se basa en el valor de la resistencia mecánica de este suelo. Las curvas de diseño mostradas en la Fig. SHNE se basan en el indicador de la resistencia del suelo más difundido y que es el Valor Soporte de California o C.B.R (California Bearing Ratio)”.

2.5.2.12. Especificaciones Para Material de Lastrado

2.5.2.12.1. Granulometría

Se podrán utilizar los usos granulométricos de los materiales a emplearse como lastrado, siendo estos los siguientes:

Tabla 11

Granulometría Para Material de Afirmado

Malla	A	B	C	D
2	100	100	--	--
1	--	75 - 95	100	100
3/8	30 – 65	40 - 75	50 – 85	60 - 100
4	25 - 55	30 - 60	35 - 65	50 - 85
10	15 - 40	20 - 45	25 - 50	40 – 70
40	8 - 20	15 - 30	15 - 30	25 - 45
200	2 - 8	5 - 15	5 - 15	8 - 15

Fuente: MTC: Especificaciones Técnicas de Rehabilitación Mejoramiento Mantenimiento de Caminos Vecinales.

Tendrá una tolerancia de:

6% máximo deberá retener la malla de 2"

40% máximo deberá pasar la malla de 4"

Resultados:

CBR al 100% de la Máxima Densidad Seca= 45%

El valor calculado indica que los materiales a usarse en la construcción del pavimento deberá tener un CBR al 100% de la Densidad Máxima del 65% como mínimo.

2.5.2.12.2. Requisitos Para el Material de Lastrado

En general, los materiales granulares que conforman las capas del pavimento lastrado deberán tener las siguientes características:

El tamaño del agregado debe tener entre 2" con el objetivo de facilitar el mantenimiento, aumentar la resistencia y la durabilidad de capa, así como para mejorar el rodamiento de vehículos.

El porcentaje pasante del tamiz N° 200 debe estar entre 10 y 25% según sea el tamaño máximo del agregado, con la finalidad de reducir la permeabilidad de la capa y disminuir la infiltración de agua de la capas inferiores.

Los finos en una capa granular de rodadura sin revestimiento deben poseer un índice de plasticidad adecuado ya que los finos plásticos sirven como material cementante y ligante de la matriz granular, aumentando la durabilidad de la capa y reduciendo la pérdida del material de rodadura.

La capa del pavimento afirmado estará constituido por gravas naturales sin triturar, mezclados con la cantidad necesaria de finos locales para satisfacer la granulometría y plasticidad requeridas. Estas mezclas deberán experimentarse valores de CBR mayores de 65%, para ensayos de laboratorio en muestras moldeados al 100% de la máxima densidad proctor (AASHTO 1-180), y dentro de un rango de contenido de humedad del 3% así mismo las perdidas observadas en los ensayos de abrasión en la máquina de los ángeles no deberán tener perdida al desgaste mayores al 50%.

En cuanto a las consideraciones constructivas de compactación, la capa de pavimento deberá tener una densidad mayor o igual al 95% de la densidad máxima obtenida según el ensayo Proctor Modificado (Norma AASHTO 1-180-D).

2.5.2.13. Estudio Hidrológico

2.5.2.13.1. Introducción

El **Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC)**, indica que “el drenaje superficial del camino vecinal tiene por finalidad manejar en forma adecuada al agua proveniente de las precipitaciones, así mismo evitar el deterioro de la carretera para lograr un adecuado mantenimiento a fin de brindar un buen servicios de transporte.

El manejo de agua se logra haciendo uso de una adecuado diseño y dimensionamiento de estructura hidráulica y estructura de la carretera. Si hablamos de estructura de la carretera nos referimos a bombeos y pendientes”.

2.5.2.13.2. Estimación de Caudales de Escorrentía

El **Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC)**, indica que “las dimensiones de los elementos del drenaje superficial serán establecidos mediante métodos teóricos conocidos de acuerdo a las características del clima de la zona donde eta ubicado el camino vecinal y tomando en cuenta la información pluviométrica disponible.

El método de estimación de los caudales asociados a un periodo de retorno depende del tamaño naturaleza de la cuenca tributaria.

Cuando las cuencas son pequeñas se considera apropiada la aplicación del método de la **formula racional**, para la determinación de los caudales. Se consideran cuencas pequeñas aquellas en el que el tiempo de concentración es igual o menos a 6 horas. El tiempo de recorrido del flujo en el sistema de cauces de una cuenca, o tiempo de concentración relacionado con la intensidad media de precipitación se puede deducir por la formula”:

$$T = 0.3(L/J^{\frac{1}{4}})^{\frac{3}{4}} \dots\dots\dots (3)$$

Siendo:

T= Tiempo de concentración en horas

L= Longitud del cauce principal en kilómetros

J= Pendiente media

Esta fórmula no es aplicable al flujo sobre la plataforma del camino dado que este flujo es difuso y lento. Cuando se disponga de información directa sobre niveles o cualidades de la avenida, se recomienda comparar los resultados obtenidos del análisis con dicha información.

Asimismo, el **Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC)**, indica que “el caudal del diseño que se desagüe de una cuenca pequeña se obtendrá mediante la fórmula racional”.

$$Q = CIA / 3.6 \dots\dots\dots(4)$$

Siendo:

Q= Caudal, en m^3/seg

I= Intensidad de la precipitación pluvial máxima previsible, correspondiente a una duración igual al tiempo de concentración y a un periodo de retorno dado, en mm/hr

A= Área de la cuenca, en Km^2

C= Coeficiente de escorrentía.

En nuestro país debido a la escasa información pluviométrica con que se cuenta difícilmente pueden elaborarse esas curvas. Ordinariamente, solo se cuenta con información de lluvias máximas en 24 horas por lo que el valor de la intensidad de la precipitación pluvial máxima generalmente se estima a partir de la precipitación máxima en 24 horas, multiplicada por un coeficiente de duración; en el siguiente cuadro se muestran coeficientes de duración entre una hora y 48 horas, lo mismo que podrán usarse, con criterio y cautela para el cálculo de la intensidad cuando no se disponga de mejor información.

Tabla 12

Coeficientes de Duración de Lluvias Entre 48 horas y 1 hora.

Duración de la Precipitación en Lluvias	Coeficientes
1	0.25
2	0.31
3	0.38
4	0.44
5	0.50
6	0.56
8	0.64
10	0.73
12	0.79
14	0.83
16	0.87
18	0.90
20	0.93
22	0.97
24	1.0
48	1.32

Fuente: MTC: Manual Para el diseño de Carreteras no Pavimentadas de Bajo Volumen de Transito.

Asimismo, según el **Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC)**, “el coeficiente C, de la formula racional, puede determinarse con la ayuda de las tablas N° 13 y 14”.

Tabla 13*Valores Para la Determinación del Coeficiente de Escorrentía.*

Condición	Valores			
	K1= 40	K1= 30	K1= 20	K1= 10
1.- Relieve de terreno	Muy accidentado, pendiente superior al 30%	Accidentado, pendiente entre 10% y 30%	Ondulado, pendiente entre 5% y 10%	Llano, pendiente inferior al 5%
	K2= 20	K2= 15	K2= 10	K2= 5
2.- Permeabilidad	Muy Impermeable	Bastante impermeable, arcilla	Permeable	Muy permeable
	K3= 20	K3= 15	K3= 10	K3= 5
3.-Vegetación	Sin Vegetación	Poca, menos del 10% de la superficie	Bastante, hasta el 50% de la superficie	Mucha, hasta el 90% de la superficie
	K4= 20	K4= 15	K4= 10	K4= 5
4.-Capacidad de Retención	Ninguna	poca	Bastante	Mucha

Fuente: MTC: Manual Para el diseño de Carreteras no Pavimentadas de Bajo Volumen de Transito

Tabla 14*Coeficientes de Escorrentía*

K= K1+K2+K3+K4*	C
100	0.80
75	0.65
50	0.50
30	0.35
25	0.20

Fuente: MTC: Manual Para el diseño de Carreteras no Pavimentadas de Bajo Volumen de Transito.

Además, según el **Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC)**, para la determinación del coeficiente de escorrentía también podrán tomarse como referencia, cuando sea pertinente, los valores mostrados en la tabla N°15.

Tabla 15*Coeficiente de Escorrentía*

Tipo de Superficie	Coeficiente de Escorrentía
Pavimento asfáltico y concreto	0.70 – 0.95
Adoquines	0.50 – 0.70
Superficie de grava	0.15 – 0.30
Bosques	0.10 – 0.20
Zonas de vegetación densa	0.10 – 0.60
Terrenos granulares	0.10 – 0.50
Terrenos arcillosos	0.30 – 0.75
Tierra sin vegetación	0.20 – 0.80
Zonas cultivadas	0.20 – 0.40

Fuente: MTC: Manual Para el diseño de Carreteras no Pavimentadas de Bajo Volumen de Transito.

Asimismo, el **Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC)**, indica que para el cálculo de la velocidad y del caudal en un canal con régimen hidráulico uniforme, se puede emplear la fórmula de Manning:

$$V = R^{\frac{2}{3}} S^{\frac{1}{2}} / n \dots\dots\dots (5)$$

$$Q = V * A \dots\dots\dots (6)$$

$$R = A / P \dots\dots\dots (7)$$

Donde:

Q= Caudal, en m^3/seg .

V= Velocidad media, en m/seg .

A= Área de la sección transversal ocupada por el agua, en m^2 .

P= Perímetro mojado, en m .

R= Radio hidráulico, en m .

S= Pendiente del fondo, en m/m .

n= Coeficiente de rugosidad de Manning (ver tabla N°16)

Tabla 16

Valores del Coeficiente de Manning

Tipo de Canal	Mínimo	Normal	Máximo
Tubo metálico corrugado	0.021	0.024	0.030
Tubo de concreto	0.010	0.015	0.020
Canal revestido en concreto aislado	0.011	0.015	0.017
Canal revestido en concreto sin aislar	0.014	0.017	0.020
Canal revestido albañilería de piedra	0.017	0.025	0.030
Canal sin revestir en tierra o grava	0.018	0.027	0.030
Canal sin revestir en roca uniforme	0.025	0.035	0.040
Canal sin revestir en roca irregular	0.035	0.040	0.050
Canal sin revestir con maleza tupida	0.059	0.080	0.012
Rio en planicie de cauce recto sin zonas Con piedras	0.025	0.030	0.035
Ríos sinuosos o torrentosos con piedras	0.035	0.040	0.600

Fuente: MTC: Manual Para el diseño de Carreteras no Pavimentadas de Bajo Volumen de Transito.

2.5.2.13.3. Periodo de Retorno

Según el **Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC)**, indica que “la selección del caudal de diseño para el cual debe proyectarse un elemento de drenaje superficial, está relacionado con la probabilidad de riesgo que dicho caudal sea excedido durante el cual se diseña la obra de arte o de drenaje. En general, se aceptan riesgos más altos cuando los daños probables que se produzcan, en caso discorra un caudal mayor al de diseño, sean menores, y los riesgos aceptables deberán ser muy pequeños cuando los daños probables sean mayores.

El riesgo o probabilidad de excedencia de un caudal en un intervalo de años está relacionado con la frecuencia histórica de su aparición o con el periodo de retorno”.

En la tabla 17, se muestran los valores del riesgo de excedencia del caudal de diseño, durante la vida útil del elemento de drenaje para diversos periodos de retorno.

Tabla 17

Riesgo de Excedencia (%) durante la Vida Útil Para Diversos Periodos de Retorno.

Periodo de Retorno (años)	Años de Vida Útil				
	10	20	25	50	100
10	65.13%	57.84%	92.82%	99.48%	99.99%
15	49.54%	74.84%	82.12%	96.82%	99.41%
20	40.13%	64.15%	72.26%	92.31%	98.31%
25	33.52%	55.80%	63.96%	87.01%	86.31%
50	18.29%	33.24%	39.65%	63.58%	86.74%
100	9.56%	18.21%	22.22%	39.50%	63.40%
500	1.98%	3.92%	4.88%	9.30%	18.14%
1000	1.00%	1.98%	2.47%	4.88%	9.52%
10000	0.10%	0.20%	0.25%	0.50%	0.75%

Fuente: MTC: Manual Para el diseño de Carreteras no Pavimentadas de Bajo Volumen de Transito.

Asimismo, el **Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC)**, indica que “se recomienda adoptar periodos de retorno no inferiores a diez años para las cunetas y para las alcantarillas de alivio. Para las alcantarillas de paso el retorno aconsejable es de 50 años. Para los pontones y puentes el periodo de retorno es de 100 años. Cuando sea previsible que sea produzcan daños catastróficos en caso que se accedan los caudales de diseño, el periodo de retorno podrá ser hasta de 500 años a más”.

En la Tabla N°18, se indican periodos de retorno aconsejables según el tipo de obra de drenaje.

Tabla 18

Periodos de Retorno Para Diseño de Obras de Drenaje en Caminos de Bajo Volumen de Transito

Tipo de Obra	Periodo de Retorno en Años
Puentes y pontones	100
Alcantarillas de paso	50
Alcantarillas de alivio	10 - 20
Drenaje de plataforma	10

Fuente: MTC: Manual Para el diseño de Carreteras no Pavimentadas de Bajo Volumen de Transito.

2.5.2.14. Estudio de Pavimentos

El método empleado para el diseño del pavimento fue el establecido por el cuerpo de ingenieros del ejército norteamericano (U.S. Army Corps of Engineers - USACE), para el dimensionamiento de caminos afirmados.

“El cuerpo de ingenieros del ejército norteamericano ha acumulado una gran experiencia en el diseño y compartimiento de caminos de bajo volumen de tránsito y aunque la mayor parte concierne a la transitabilidad de vehículos militares y aviones, la experiencia de la USACE incluye caminos de tierra, de grava y aquellos que poseen tratamientos bituminosos como superficie de rodadura.

Alternativa a tenerse en cuenta en el presente estudio debido a un factor igualmente fundamental, sobre todo por su incidencia en el aspecto económico y el nivel de importancia de la vía.

Por tratarse de una carretera con características de bajo volumen de tránsito, el diseño de la estructura tendrá en consideración criterios más que todo de serviciabilidad mínima.

El método que será empleado para el diseño del espesor del pavimento es el establecido por el cuerpo de ingenieros del ejército norteamericano (U. S. Army Corps of Engineers). En este se contempla la utilización de una capa de material granular de cierta plasticidad que a la vez cumple la función de capa de rodadura, permitiendo obtener un nivel de servicio adecuado, considerándose periodos de diseño entre 5 a 10 años. La capa granular puede estar constituida por materiales que pueden tener calidad de sub – base o base dependiendo de su capacidad de soporte (CBR).

La metodología de la USACE, considera que los factores tomados en cuenta para determinar el espesor de la capa de rodadura son:

El valor del soporte de california o CBR, de la subrasante.

La intensidad del tránsito, en número de ejes simples equivalentes al eje estándar de 18 000 libras de carga, en el periodo de diseño.

Un factor adicional considerado en el método propuesto es el concerniente a la calidad de los materiales a emplearse. Para ello se verifica el CBR que debe tener la capa del pavimento en función del tráfico, CBR de la subrasante y espesor requerido”

La carga y el volumen de tráfico juegan un rol importante en el diseño estructural de pavimentos, particularmente cuando ambos factores tienden hacia valores mínimos, su

importancia como parámetro de diseño es relativo. Por ello, es raramente justificable realizar un complejo y preciso análisis de tráfico para camiones de bajo volumen, con menos de 50 vehículos por día.

No obstante siempre es recomendable tratar de establecer datos realistas, para cada caso específico, sobre todo si el tráfico proyectado es mayormente pesado.

Por otro lado, es común la carencia de un registro sistemático de datos en caminos de bajos volúmenes, que permiten efectuar análisis de tráfico exhaustivo, como sería deseable. En caso el conteo de tráfico tomado solamente circule un número mínimo de 3 vehículos, tomando en consideración este aspecto y que en realidad los requerimientos de espesores de diseño para pavimentos tienen una variación poco sensible para valores bajos de repeticiones del eje de carga equivalente, se aplicara para fines de análisis de tráfico un método aproximado.

Tomando en consideración los criterios procedentes, los resultados de los ensayos de laboratorio, las observaciones de campo la experiencia acumulada en estudios anteriores para el análisis del CBR de la subrasante se tomará un CBR promedio de $9.997\% = 10.00\%$ para el diseño, obtenido de un estudio similar.

2.5.2.15. Diseño Estructural

Para el cálculo de ejes equivalentes (N18) se dispone de la siguiente información:

Tipo de pavimento	:	Afirmado
Carriles	:	1
Tráfico diario estimado proyectado	:	50 vpd
Tasa de crecimiento	:	4.6%
Periodo de diseño	:	5 años
Tráfico pesado	:	<15 años

Se determina el número total de repeticiones del eje equivalente de 18 Kips. Usando el método aproximado. Para entrar a la tabla N°2 y determinar el factor del tráfico mixto (M), se establece:

Porcentaje de camiones	:	<15%
Distribución de carga	:	Medio

Tráfico mixto (M) (Tabla N°2) : 46 (una sola vía)

El número total acumulado de ejes equivalentes a 18 Kips (N18), durante el periodo de diseño es:

N18 (n años)	: $(TPD \times M)(1+i)^n$
N18 (5 años)	: $(50 \times 46 \times 1)(1+0.046)^5$
N18 (5 años)	: $(50 \times 46)(12.20)$
N18	: 28.060
Coeficiente de equivalencia	: 1.7819
N18	: 50 000 ejes equivalentes

Con los valores establecidos para el tráfico (N18) y la capacidad de soporte de la subrasante (CBR), se determina el espesor de la capa de pavimento afirmado (escala del lado derecho), empleando la curva “B” del grafico de diseño (Figura N°3) con los siguientes datos de cálculo:

CBR	: 10%
N18	: 50 000 ejes equivalentes

Se obtiene el espesor del pavimento.

Deben tomarse en consideración la información que presenta la Tabla N°19 y Tabla N°20 y la curva de diseño expresada en la Figura N°3. Veamos:

Tabla 19

*Factor de Composición de Trafico (M)**

Distribución de Carga (N18 Por Camión)	Porcentaje de Camiones		
	Bajo (Menores de 15%)	Medio (15% – 25%)	Alto (Más de 25%)
Ligero (menos de 0.75)	9	18	27
Medio (0.75 – 1.50)	23	46	69
Pesado (más de 1.50)	37	73	110

Fuente: Ing. Raúl Valles Rodas; Libro “Carretera, Calles y Aeropistas”

2.5.2.16. Tipos de Transito

Según el autor del libro “Carretera, Calles y Autopistas”, del ingeniero Raúl Valles Rodas:

Los diferentes tipos de tránsito que se considera para el método de espesores de afirmado son los siguientes:

Tránsito Ligero (Liviano): Es aquel que tiene un tránsito comercial menor de 50 camiones y autobuses diarios.

Tránsito Mediano: Aquel cuyo tránsito comercial está comprendido entre 50 y 300 camiones y autobuses diarios.

Tránsito Pesado: Aquel que tiene un Tránsito comercial mayor de 300 camiones y autobuses diarios.

En todos los casos que se vienen de describir, se supone que un máximo del 15% de vehículos, tiene una carga por rueda 9000 libras (4086 kilogramos).

Tabla 20

CBR Requerido Para el Material de Afirmado

Número de Ejes Equivalente a 18 000 lb (N18)	CBR (%) de la Subrasante	Espesor del Afirmado								
		6	9	12	15	18	21	24	27	30
10 000	2	96	62	48	40	43	31	28	26	24
	4	78	50	36	32	28	25	23	21	20
	6	69	44	34	28	25	22	20	19	17
	8	63	41	31	26	23	20	18	17	16
	10	59	38	29	25	21	19	17	16	15
	15	52	33	26	21	19	17	15	14	13
	20	48	31	24	20	17	15	14	13	12
50 000	2	147	95	73	61	53	47	43	40	37
	4	119	176	59	49	43	38	35	32	30
	6	105	8	52	43	38	34	31	28	27
	8	96	62	48	49	35	31	28	26	24
	10	90	58	45	37	32	29	26	24	23
	15	79	51	39	33	28	25	23	21	20
	20	73	47	36	30	26	23	21	20	18
100 000	2	178	114	87	73	63	57	52	48	45
	4	143	92	71	59	51	46	42	39	36
	6	126	82	63	53	45	41	37	34	32
	8	116	75	57	48	41	37	34	31	29
	10	108	70	54	46	39	35	32	29	27

Fuente:
U.S.
Army

500 000	15	95	62	57	39	34	31	28	26	24	Corps of Engineers
	20	87	56	43	36	31	28	23	24	22	
	2	270	175	134	111	97	87	79	73	68	
	4	219	141	180	90	78	70	64	59	55	
	6	194	125	96	80	69	62	57	52	49	
	8	177	115	88	73	64	57	52	48	45	
	10	166	107	82	68	59	53	48	45	42	
	15	146	94	72	60	52	47	43	40	37	
	20	134	162	66	55	48	43	39	36	34	
	2	325	10	161	134	116	104	95	88	82	
	4	263	170	130	108	94	84	77	71	67	
	6	233	150	115	96	83	75	68	63	59	
	8	213	138	106	88	76	68	62	58	54	
	10	199	129	99	82	71	64	58	54	50	
	15	176	114	87	72	63	56	51	48	44	
	20	161	104	80	66	58	52	47	44	41	

Ruta : Nueva Union – Alto la Huarpia

Cbr de diseño : 10.00

Curva : “b”

espesor de afirmado : 20 cm

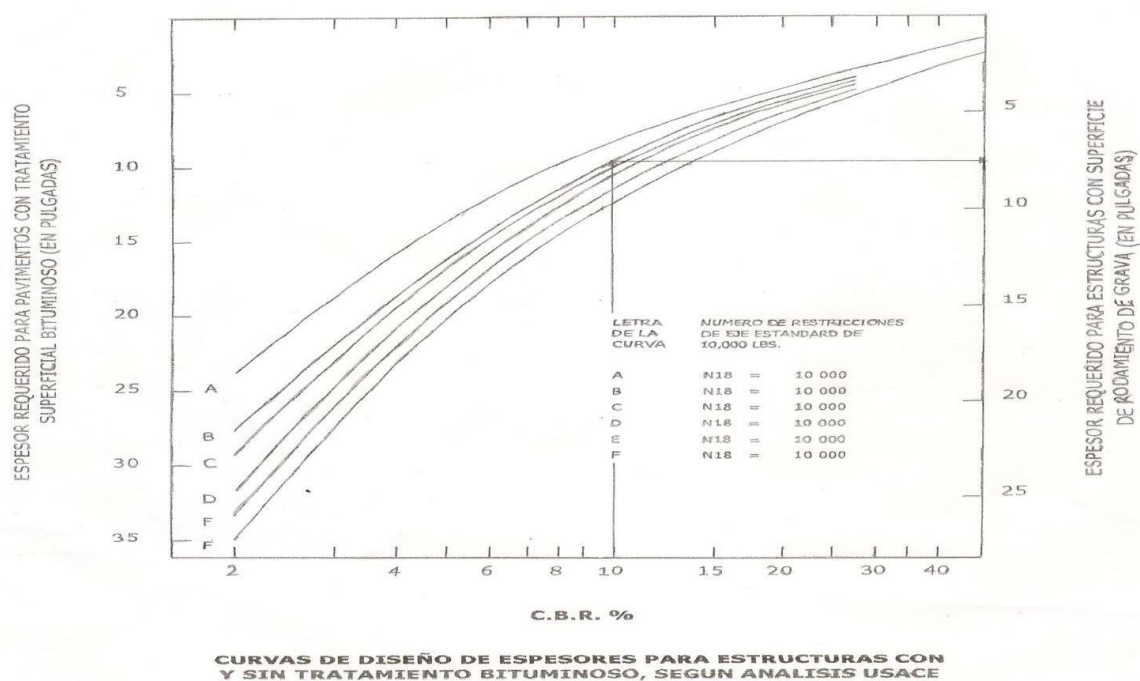


Figura 5. Curvas de Diseño de Espesores Para Estructuras con y sin Tratamiento Bituminosos, Según Análisis USACE.

2.5.2.17. Estudio de Impacto Ambiental

El estudio de impacto ambiental para el Mejoramiento del Camino Nueva Unión – Alto la Huarpia, se ejecutó dentro del marco de normatividad ambiental estipulada para la rehabilitación y mejoramiento de caminos vecinales.

Según el **Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC)**, “el objetivo del informe de evaluación ambiental (IEA) es identificar y evaluar los impactos ambientales potenciales positivos y negativos que pueden ocurrir por el mejoramiento y operación del camino vecinal, y sobre esta base proponer medidas adecuadas para prevenir, mitigar o corregir los impactos negativos, así como fortalecer los impactos positivos; a fin de lograr que esta obra se realice y opere en armonía con la conservación del ambiente.

Lo que se realizará en el estudio de impacto ambiental, será lo siguiente:

Analizar y desarrollar el marco legal e institucional, referente a los aspectos relacionados con la ejecución del proyecto de mejoramiento del camino vecinal.

Elaborar el estudio de línea base, evaluando el estado actual del medio ambiente en el que se desarrollara el proyecto de camino vecinal.

Identificar, predecir y evaluar los impactos ambientales potenciales directos e indirectos, que las obras de mejoramiento y rehabilitación pueden ocasionar en los componentes del medio ambiente.

Diseñar el plan de manejo socio ambiental, en la cual se incluyen las medidas adecuadas para evitar y/o mitigar los impactos negativos directos e indirectos”

2.5.2.17.1. Metodología a emplearse Para el Estudio de Impacto Ambiental

Se ejecutara mediante la secuencia de las siguientes actividades:

Descripción del Proyecto: Comprende el análisis de los diseños, procesos y actividades del proyecto, ya sea durante su mejoramiento, así como durante su operación.

Evaluación Sistemática: Comprende la caracterización ambiental del área por donde discurre el camino vecinal, y su ámbito de influencia, mediante la identificación de sus componentes ambientales.

Análisis Ambiental: Comprende la identificación y evaluación de las probables alteraciones que pueden ocurrir, como resultado de los trabajos de mejoramiento y su repercusión en parámetros ambientales.

Gestión Ambiental: Se establece dentro del marco de las leyes y normatividad vigentes, así como de la responsabilidad de las organizaciones competentes. En tal sentido se estipulan las acciones a desarrollar en el marco del plan de manejo ambiental.

2.5.3.Marco Conceptual: Definición de Términos Básicos

El Manual Para el Diseño de Carreteras no Pavimentadas de Bajo Volumen de Transito, elaborado por el MTC, define lo siguiente:

Sistema Nacional. - Que corresponde a la red de carreteras de interés nacional y que une los puntos principales de la nación con sus puertos y fronteras.

Sistema Departamental. - Compuesto por aquellas carreteras que constituyen la red vial circumscripta a la zona de un departamento.

Sistema Vecinal. - Es el conformado por aquellas carreteras de carácter local y que une las aldeas y pequeñas poblaciones entre sí.

Carreteras Duales. - Para IMD mayor de 4000 veh/día, consiste en carreteras de calzadas separadas.

Carreteras de 1° Clase. - Para IMD comprendido entre 2000 y 4000 veh/día.

Carreteras de 2° Clase. - Para IMD comprendido entre 400 y 2000 veh/día.

Carreteras de 3° Clase. - Para IMD hasta 400 veh/día.

Trocha Carrozable. - No identifica IMD, constituye una clasificación aparte, pudiéndose definir como aquellos caminos a los que les falta requisitos para poder ser clasificados en tercera clase.

Visibilidad de Parada. - Es la misma requerida para que se detenga un vehículo a una velocidad directriz.

Pendiente. - Cuesta o declive de un terreno; ángulo que forma un plano o línea con los horizontes.

Alcantarilla. - Paso bajo conducto para circular las aguas, acueducto subterráneo para recoger las aguas.

Cantera. - Sitio al aire libre o subterráneo de donde se extrae agregados grueso o fino, otros materiales para la construcción.

Cubicación de Tierras. - En base a las secciones transversales se procede al areado de las mismas, separando las áreas de corte, de relleno y muro. Luego se realiza la cubicación de tierras mediante el método de volúmenes mixtos.

Metrado. - Los resultados de la cubicación de tierras, y según la clasificación de los mismos se traspasan a los formularios especiales que se adjuntaran al presente estudio, siendo este el metrado de la carretera.

2.5.4. Marco Histórico

Sabemos que las vías de comunicación terrestre son requisitos imprescindibles para la realización de las principales actividades humanas y para el desarrollo integral de los pueblos. En ese sentido, el desarrollo de una nación depende en gran medida de la extensión y el estado de su red vial.

En efecto los caminos y carreteras condicionan a la capacidad y velocidad de movilización de personas y carga, que repercuten directamente en el progreso social, económico y cultural.

En la Región San Martín como en todas las regiones de nuestro territorio, uno de los grandes problemas que atrasa el desarrollo integral, es entre otros, la falta y la intransitabilidad de las vías de comunicación. El tramo de carretera existente entre los poblados Nueva Unión – Alto la Huarpia, presenta en la actualidad los problemas que generan atraso, que dan origen a que los pobladores de estas localidades tengan la necesidad urgente de contar con una vía de acceso rápida, que pueda integrarse con la carretera Fernando Belaunde Terry, y por ende con los principales mercados para comercializar sus productos y elevar cuantitativamente el comercio y el movimiento económico de la zona en estudio.

Este proyecto ha sido largamente acariciado y la oferta de políticos demagógicos que lo han tomado como caballito de batalla electoral pero no hicieron nada por atender esta necesidad. Es de anotar que este tramo carretero fue aperturado como trocha carrozable por parte de la Municipalidad Distrital de Alonso de Alvarado hace muchos años atrás, pero a causa de la vertiginosa migración de personas a la zona, la agricultura se ha intensificado y con el tiempo estos caminos se han deteriorado además de que el tráfico obviamente ha aumentado y debido a las constantes lluvias han hecho que sean sumamente hostiles a la hora de transportarse en días de lluvia; por lo que necesitan urgente un mejoramiento.

Desde mi punto de vista considero que a fin de extender nuestro accionar social desde la facultad de ingeniería civil de nuestra Universidad Nacional de San Martín hoy estamos tomando acciones en la línea de lograr un proyecto que permita atender esta necesidad y que se puedan lograr los fondos para su ejecución. Los pueblos beneficiados así lo han considerado y hemos unido esfuerzos para contar con la documentación suficiente para la elaboración del expediente técnico y que a la vez me sirva para sustentarlo y optar mi título profesional de ingeniero civil.

2.6. Hipótesis

La ejecución del **Estudio definitivo del camino vecinal Nueva Unión - Alto la Huarpia (4+715 km) distrito de Alonso de Alvarado – Lamas – San Martín**, permitirá contar con el expediente técnico para tramitar el financiamiento y que al ser ejecutado mejorara las condiciones socio – económicas de las poblaciones aledañas al proyecto.

CAPÍTULO III

MATERIAL Y MÉTODOS

3.1 Materiales

Para el presente proyecto se ha hecho uso de lo siguiente:

3.1.1. Recursos Humanos

Tesista (2)

Asesor

Técnico de laboratorio de mecánica de suelos

Digitador

Ayudantes

3.1.2. Recursos Materiales y Servicios

Ensayos de laboratorio

Material bibliográfico

Material de Escritorio

Movilidad y Viáticos

3.1.3. Recurso de Equipos

01 Computadora

01 Calculadora científica

01 Teodolito marca Wild T-01

01 Nivel de ingeniero marca Wild

01 Brújula

3.2. Metodología de la Investigación

3.2.1. Universo y/o Muestra

Universo: Carreteras y caminos de la región San Martín

Muestra: Camino vecinal **Nueva Unión – Alto la Huarpia**

3.2.2. Sistema de Variables

Para probar la hipótesis planteada, se empleará un sistema de variables definidos de la siguiente manera: La variable independiente se representa por la letra “X”, y la variable dependiente se representa por la letra “Y”.

Variable Independiente

La variable independiente esta dad por:

X: Infraestructura vial existente actualmente en el tramo.

Variable Dependiente

La variable dependiente esta dad por:

Y: Estudio definitivo del camino vecinal Nueva Unión – Alto la Huarpia.

Otras Variables

Entre otras variables tenemos: Situación socio – económica actual, accesibilidad al área de estudio, actividades agrícolas, costo de la producción, nivel educativo, nivel de cultura, aplicación de estudios de ingeniería, aplicación de normas técnicas.

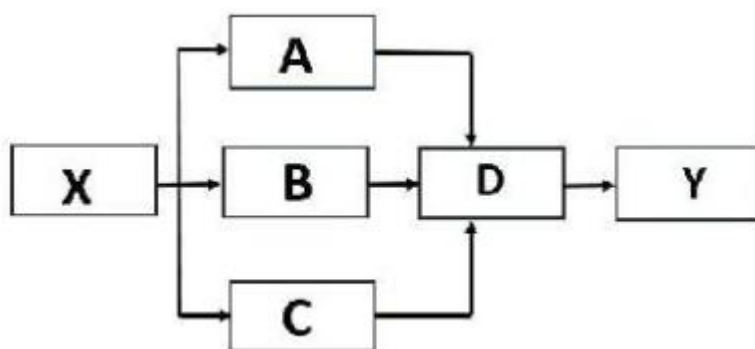
3.2.3. Tipo y Nivel de Investigación

La metodología a utilizar en la investigación es de:

Tipo: Investigación Aplicativa

Nivel: Básico

3.2.3.1. Diseño del Método de la investigación



X:Representa la situación actual del problema que requiere la intervención del estudio.

A: Aplicación de estudio socio – económico para conocer la necesidad

B: Estudios de ingeniería para levantar la información requerida

C: Estudios especiales para complementar la información

D: Estudios de compatibilidad de procesos y alternativas que respaldan la toma de decisión para definir la alternativa de solución

Y: Resultado de la intervención que presenta la alternativa de solución del estudio definitivo.

3.2.4. Diseño de Instrumentos

El levantamiento topográfico del camino vecinal será utilizado en la elaboración de los planos de planta, perfil y secciones del tramo en estudio.

Los datos recopilados del estudio de suelos y de cantera en campo deberán ser sometidos a distintos tipos de ensayo los cuales se llevaran a cabo en las instalaciones de laboratorio de suelos, concreto y asfalto.

3.2.4.1. Fuentes Técnicas e Instrumentales de Selección de Datos

3.2.4.1.1. Fuentes Técnicas

Para investigación de campo y gabinete se utilizará las técnicas de observación, análisis, aplicación y manejo de información.

Para la investigación documental utilizaremos: textos, libros, tesis y revistas de la Biblioteca Especializada de la FICA-UNSM, libros y revistas especializadas particulares y también se hará uso de la biblioteca virtual.

3.2.4.1.2. Instrumentos

Tendremos que hacer uso de la topografía para el levantamiento topográfico del camino vecinal el cual será utilizado en la elaboración de los planos de planta, perfil y secciones del tramo en estudio.

Los datos recopilados del estudio de suelos y de cantera en campo deberán ser sometidos a distintos tipos de ensayo en los cuales se llevaran a cabo en un laboratorio de suelos y concreto.

3.2.5. Procesamiento y presentación de Datos

3.2.5.1. Procesamiento de Datos

Los datos serán obtenidos en campo, así como en el laboratorio y procesados en gabinete y se hará de acuerdo a las normas técnicas peruanas de diseño de carreteras y utilizando cálculos estadísticos adecuados con la finalidad de obtener resultados satisfactorios.

3.2.5.2. Presentación de Datos

Los resultados se presentarán ordenados y si es necesario se elaborarán cuadros resúmenes para dar mayor claridad de la investigación.

3.2.6. Análisis e Interpretación de Datos y Resultados

El método empleado para el estudio socioeconómico consistió en recurrir a fuentes existentes sobre la producción agrícola de la zona, población beneficiaria, existencia de centros educativos, servicios de salud y otros, elaborando los cuadros respectivos.

El análisis se hizo a través del manual para el diseño de carreteras no pavimentadas de bajo volumen de tránsito, aprobado con resolución ministerial N° 303-2008-MTC/02 del 04/04/2008, así como la interpretación de los distintos ensayos a realizarse, se utilizó las normas ASTM.

El método empleado para el estudio de impacto ambiental, para el mejoramiento del camino vecinal Nueva Unión – Alto la Huarpia, se ejecutó dentro del marco de la normatividad ambiental estipulada para la rehabilitación y mejoramiento de caminos vecinales.

El método empleado para el diseño del pavimento fue establecido por el Cuerpo de Ingenieros del Ejército Norteamericano (U.S. Army Corps of Engineers – USACE), para el dimensionamiento de caminos afirmados.

Para el estudio hidrológico se utilizó el método de la formula racional, para la determinación de los caudales (método directo o de aforo).

3.2.7. Información del Proyecto: Diseño Obtenido

3.2.7.1. Detalles de Ejecución de las Secciones Transversales

La sección transversal que se ha optado, está en función a la velocidad directriz del camino vecinal. Esto significa que después del ancho de la calzada al borde del talud viene directamente la cuneta.

3.2.7.2. Trazo del Perfil Longitudinal

3.2.7.2.1. Perfil Longitudinal Existente y Propuesto

Tratándose de una obra de mejoramiento y lastrado la rasante propuesta en gran parte se adapta a la forma del terreno.

3.2.7.2.2. Pendientes

Los pendientes fuertes en lagunas curvas verticales, han sido reducidas con algunos cortes en el terreno tratando de ajustarse a los valores recomendados por las normas de diseño de caminos vecinales.

3.2.8. Criterio General de Aplicación

Se ha considerado en lo posible las características técnicas de la vía existente, tales como radios mínimos, trazo en planta y la limpieza de las obras de drenaje existentes.

La velocidad directriz, es la escogida para el diseño de un tramo determinado de la carretera, de acuerdo a las características del terreno sobre el cual se desarrolla esta y en concordancia con la necesidad de evitar un excesivo movimiento de tierras, preservando las condiciones de seguridad. En nuestro tramo la topografía sobre la cual se desarrolla el camino vecinal Nueva Unión – Alto la Huarpia, corresponde a una topografía ondulada, por lo que el cumplimiento de las normas peruanas para el diseño de carreteras, la velocidad adoptada es de 25 – 35 km/hora.

Veamos:

Categoría	:	3° clase
Velocidad Directriz	:	25 – 35 km/hora
Longitud	:	19.02 km
Ancho de Superficie de rodadura	:	4.00 metros
Cunetas	:	1.00 x 0.50
Sobreancho	:	De acuerdo a normas
Peralte	:	De acuerdo a normas
Radio Mínimo	:	15.00 m
Radio Excepcional	:	10.00 m
Radio Máximo	:	250.00 m
Pendiente Máxima	:	+8.96%
Pendiente Mínima	:	-0.08%
Curvas Verticales	:	De acuerdo a norma
Talud de Corte	:	2:1
Talud de Relleno	:	1:1.5
Bombeo	:	2%

3.2.9.Excepciones Consentidas

Teniendo una velocidad directriz de 30km/hora, el tramo no cuenta con algunas excepciones consentidas.

3.2.10. Alineamiento Horizontal

El alineamiento horizontal permitirá conservar siempre la velocidad directriz de diseño. No se ha realizado variantes del trazo en la carretera por lo que todo el tramo se debe considerar el mejoramiento de la vía en sus condiciones actuales.

3.2.11. Curvas Horizontales

3.2.11.1.Radios Mínimos Normales

Según las normas de diseño de carreteras, se determina el radio mínimo excepcional.

Radio Mínimo normal 15m

Radio Mínimo excepcional 12m

Para el caso del presente proyecto, el radio mínimo proyectado es de 15.00m

3.2.11.2.Homogeneidad del Trazo

Se diseña un alineamiento en el cual las condiciones sean consistentes. Se evita tanto como sea posible los cambios súbitos en el alineamiento. Teniendo en cuenta que las tangentes largas se conectaran con curvas suaves, y las curvas cortas y agudas no e combinaran con curvas largas de pequeña curvatura.

En la zona la pendiente presenta el mayor problema porque el alineamiento horizontal está condicionado por el criterio de máxima pendiente.

3.2.11.3. Desarrollo de Curvas

El criterio usado en el desarrollo de curvas, es que las ramas de los desarrollos tengan la máxima longitud posible y la máxima pendiente admisible evitando la superposición de varias de ellas en una misma ladera.

3.2.11.4. Peraltes y Sobre Anchos

La finalidad del uso de peraltes es contrarrestar la acción de la fuerza centrífuga, todas las curvas horizontales deben ser peraltadas.

Radio mínimo normal = Peralte 7%

Radio mínimo excepcional = Peralte 10%

El valor del Sobreancho varía en función al tipo de vehículos, radio de la curva y la velocidad directriz.

Sobreancho = 1.60m como máximo (ítem 5.3.5.2 N.P.D.C)

Sobreancho = 0.30m como máximo (ítem 5.3.5.2 N.P.D.C)

3.2.12. Secciones Transversales

3.2.12.1. Calzada

El ancho de la calzada a rasante terminada resulta de la suma del ancho del pavimento, del ancho de las bermas y su curva aumentadas del sobreancho.

El ancho de la superficie de la carretera es adecuado para acomodar el tipo y capacidad de tránsito previsto y la velocidad de proyecto propuesta.

3.2.12.2. Taludes

Los taludes laterales y contra – taludes varían en gran medida, los taludes, planos bien acabados presentan una apariencia agradable y son mas económicas en su construcción y mantenimiento, por la ubicación geográfica y el tipo de material existente se utiliza los parámetros siguientes:

Taludes de Corte:

Roca fija	10:1
Roca suelta	4:1
Conglomerado	3:1
Tierra compacta	2:1
Tierra suelta	1:1

Taludes de Relleno:

Enrocados	1:1
Terrenos varios	1:1.5

3.2.12.3. Detalles de Ejecución de las Secciones Transversales

En los casos en que se tenga que eliminar material procedente de cortes se debe implementar mayores anchos en la plataforma del terraplén inmediato, mejorándose también el talud de relleno.

Cuando sea necesario disponer de material adicional para los terraplenes formado con material transportado, se ensanchara la sección transversal normal teniendo el talud originalmente previsto.

Los taludes en corte de más de 7 metros estarán provistos de banquetas, para los rellenos en ladera empinada se dispondrán banquetas para facilitar la compactación por capas horizontales para prevenir deslizamientos.

3.2.13. Trazado del Perfil Longitudinal

3.2.13.1. Perfil Longitudinal Propuesto

La nivelación del eje se realizó en circuitos cerrados cada 500 metros con un error de permisible de cierre de:

$$EP = 0.05K^{\frac{1}{2}}$$

Para cuyo control se ubicó B.M.s, cada 500m en lugares fijos.

3.2.13.2. Pendientes

De las normas peruanas de diseño de carreteras se tomaron las pendientes máximas y mínimas, como valores límites para el trazado del perfil longitudinal:

Pendiente mínima = 0.50%

Pendiente máxima = 8.00%

Pendiente máxima = 10.00%

3.2.14. Exploración de Canteras

Tenemos 02 canteras; La cantera N° 1, se encuentra en la progresiva km 2+200.00 al lado derecho de la vía, entre Pinshapampa y Buenos Aires; y la cantera N° 2 se encuentra en la progresiva km 4+100.00 al lado izquierdo de la vía entre Buenos Aires y Alan García. Los

Estudios de suelos se realizaron en las instalaciones del laboratorio de suelos, concreto y asfalto “CONSULTORES HERMANOS C&F” ubicado en el pueblo joven 09 de abril.

3.2.15. Metodología de Trabajo a Realizar

Para el estudio definitivo del mejoramiento del camino vecinal, se emplearon los métodos de ingeniería conocidos por estos tipos de estudios, en dos fases de trabajo: 1° fase de campo y la 2° fase de gabinete.

3.2.15.1. Durante la Fase de Campo

Se realizó el levantamiento de información socioeconómica necesario, la evaluación e inventario de la vía actual, definición del trazo final, levantamiento topográfico de la vía, consistentes en el trazo, nivelación, seccionamiento y colocación de hitos de concreto para Bench Mark, estudios de ubicación y evaluación de obras de arte a proyectarse, preparación de calicatas a lo largo de la vía para estudios de mecánica de suelos; y el estudio de impacto ambiental.

3.2.16. Estudio de Mecánica de Suelos

Para el estudio de mecánica de suelos se empleó el siguiente método:

1°.- En campo, las investigaciones se realizaron a través de la construcción de calicatas o pozos exploratorios a cielo abierto cada 500 m de distancia, las mismas que fueron ejecutadas manualmente con profundidades que fluctúan los 0.00 y 1.20 metros. En estas calicatas se tomaron muestras inalteradas de acuerdo con los cambios estratigráficos existentes en el terreno, las mismas que fueron descritos e identificados mediante una tarjeta con indicación de ubicación, número de muestras y profundidad, colocándolos en bolsas de polietileno, para su traslado al laboratorio.

Durante la ejecución de las investigaciones de campo se llevó un registro en el que se anotó el espesor de cada una de las capas de sub suelo, sus características de gradación y el estado de compacidad de cada uno de los materiales.

2°.- En cada una de las calicatas ejecutadas, se realizó un muestreo sistemático del suelo, recolectándose las diferentes muestras para los análisis de laboratorio correspondiente.

3°.- En laboratorio, las muestras recolectadas se procesaron y se practicaron los diferentes estudios requeridos.

Los suelos que más predominan son el tipo (CL), es decir arcillas inorgánicas, arcillas limosas de plasticidad mediana a baja y de color marrón oscuro.

Todo lo descrito se presenta en el estudio de suelos que se presenta en los anexos

3.2.16.1.Ubicación de las Calicatas Realizadas

La ubicación de calicatas realizadas en la vía, se ubicaron cada 500 m de distancia. La construcción de calicatas del tramo se inició en el poblado de Nueva Unión y se terminó con la última calicata ubicada en Alto La Huarpia. Todo ello está presentado en estudio de suelos que se anexa aparte.

3.2.16.2.Muestreo de Suelos y Pruebas Practicadas

En cada una de las calicatas efectuadas en el camino vecinal Nueva Unión – Alto la Huarpia, se realizó un muestreo sistemático de las diferentes capas que conforman la subrasante del camino en estudio.

Las muestras de campo recolectadas se trasladaron al laboratorio para ser procesados para los diferentes ensayos a practicarse, cuyos resultados se presentan en el anexo N° 01 cuyos ensayos se relazaron para determinar C.B.R, granulometría, humedad, densidad, índice de plasticidad, limite líquido, limite plástico.

3.2.16.3.Capacidad Portante

Para determinar la capacidad portante de la subrasante del terreno, se realizo pruebas de C.B.R extrayendo muestras del fondo de las calicatas, habiéndose efectuado un total de 9 ensayos, es decir un ensayo cada 500 m, a lo largo de todo el camino.

Los valores de C.B.R obtenidos en cada calicata realizada, los valores expresados en porcentajes se detallan en resultados y en el estudio de suelos en el anexo N° 01

Los valores de C.B.R que se obtiene como resultado de los ensayos realizados, el mejoramiento del camino vecinal no ofrece mayor riesgo en cuanto a su capacidad portante. Estos valores están siendo justificados mediante la determinación de las propiedades físico - mecánicas del suelo obtenido en cada uno de los pozos explorados, los que fueron sometidos a las diferentes pruebas que se señalan en el siguiente ítem.

Como simple dato informativo, el autor del libro de carreteras, Calles y Aeropistas, Ing. Raúl Valles Rodas, indica que ha observado la siguiente relación de los hinchamientos y valores del CBR, así se tiene:

Los suelos que tiene hinchamiento de 3% o más, generalmente tienen un C.B.R menores del 9%

Los suelos que tiene hinchamiento de 2% como máximo, tienen aproximadamente CBR iguales o mayores al 15%

Los úselos que tiene hinchamiento menores del 1%, tienen generalmente CBR mayores del 30%.

3.2.16.4. Ensayos de Laboratorio Efectuados

Los materiales obtenidos en cada uno de los sondajes, los mismos que están siendo justificados mediante la determinación de sus respectivos ensayos, los que fueron sometidos a los diferentes ensayos y pruebas:

Ensayo de Limite Liquido: 09 ensayos, según el método (ASTM D - 423)

Ensayo de Limite Plástico : 09 ensayos, según el método (ASTM D - 424)

Análisis Granulométrico por tamizado: 09 ensayos, según el método (ASTM O - 131)

Contenido de Humedad Natural: 09 ensayos, según el método (ASTM D - 1557)

Ensayo de Proctor Modificado: 09 ensayos, según el método (ASTM D - 1557)

Ensayo de C.B.R Valor Soportante relativo: 05 ensayos, según el método (ASTM O - 1883).

Después de haber realizado los ensayos y pruebas de laboratorio se ha verificado con las muestras obtenidas en campo, efectuándose la compatibilidad correspondiente en estrecha coordinación con las normas de especificaciones recomendadas:

Sistema de clasificación de suelos según la norma (ASTM D - 2448)

Sistema unificado de clasificación de suelos según la norma (ASTM D - 2448)

3.2.16.5. Tipos de Suelos que Conforman la Subrasante

En las diferentes calicatas realizadas a lo largo del camino vecinal, se ha determinado los diferentes tipos de suelos que conforman la subrasante del camino a mejorar. Estos

diferentes tipos de suelos, se han determinado a en base a los ensayos y prueba de mecánica de suelos practicada a cada una de las muestras provenientes de cada una de las calicatas.

El cuadro de resultados de las calicatas con los diferentes tipos de suelos encontrados en cada una de estas, con indicación del tipo de capas que conforman la subrasante y el kilometraje de la ubicación, se encuentran en el rubro “resultados”.

3.2.16.6. Perfil Estratigráfico

El perfil estratigráfico longitudinal del camino vecinal **Nueva Union – Alto la Huarpia**, muestra todos los tipos de suelos encontrados en los diferentes estratos que conforman la vía.

En las calicatas perforadas, no se ha alcanzado el nivel de la capa freática.

3.2.17. Diseño del Pavimento

3.2.17.1. Metodología de Diseño de Pavimentos Utilizados

En este estudio se toma en cuenta al decidir el tipo de estructuración a usarse, un factor igualmente fundamental sobre todo por su incidencia en el aspecto económico del nivel de importancia de la vía.

Por tratarse de una carretera de cuarto orden con características de un camino vecinal de bajo volumen de transito el diseño de la estructura del pavimento tendrá en consideración el criterio sobre todo de servicio mínimo (transitabilidad).

El método empleado es el USACE, para el dimensionamiento de caminos afirmados, donde se contempla la utilización de una capa de material granular de cierta plasticidad que alavés cumpla la función de capa de rodadura, permitiendo mantener un nivel de servicio adecuado cuando un volumen de tráfico proyectado es bajo, considerándose un periodo de diseño de 5 años.

La capa granular puede estar construido por materiales que pueden tener calidad de Sub Base o de base dependiendo de su capacidad de soporte o C.B.R.

Las curvas de diseño elaborado por el USACE en donde se conserva que los valores tomados en cuenta para determinar el espesor de la capa granular de rodadura son:

- 1.- EL valor soporte california (C.B.R) del suelo de subrasante.

2.- La intensidad del tráfico en número de ejes simples, equivalente al eje estándar de 18 000 libras de carga, en un periodo de diseño (N18).

Un factor adicional considerado en el método propuesto es el concerniente a la calidad de los materiales a emplearse. Para ello se verifica el C.B.R que debe tener la capa del pavimento en función del tráfico C.B.R de la subrasante y espesor requerido.

3.2.18. Estudio Hidrológico e Hidráulico

3.2.18.1. Drenaje de Aguas Superficiales

3.2.18.1.1. Generalidades

El sistema de drenaje superficial se diseñara para dar salida en forma eficaz y económica a toda el agua que fluye por la superficie de la carretera, para interceptar y eliminar el agua de la superficie en zonas adyacentes.

3.2.18.1.2. Precipitación

La estación Alonso de Alvarado, cercana al ámbito de influencia del proyecto registra un control de las precipitaciones confiable y cuyo control es llevada por el SENAMHI, lo cual otorga confiabilidad.

Tabla 21

Precipitación Máxima por mes en 24 hr. (mm) - Estación Alonso de Alvarado

Año	Año	Año	Año	Año	Año	Año	Año	Año	Año	Año	Año	Año
2005	12	19	32.1	26	22.2	17.7	13	30.7	30.8	16.2	29.4	12.2
2006	23	32.2	55.3	22	26	20	44.2	14.4	25.1	23.3	81.3	11.5
2007	16.5	6.9	29.1	19	23.6	3.3	23.4	18.4	40.2	24.1	64	8.1
2008	18.5	93.2	33.7	54.4	11.6	28.3	37.2	26	30	29.9	18.3	25.8
2009	24.1	33	24.9	52.5	15.5	51.3	8.9	32.1	50.3	14.3	10.8	7.6
2010	35.1	31.7	11.1	50.3	38.7	39.8	16.9	47	11.3	14.4	35.2	15.7
2011	17.2	6.8	41.6	43.7	24.6	38.9	17.6	11.1	28.2	32.4	53.4	29.2
2012	105.4	23.5	31.3	44.4	36	12.8	34.8	15.4	29	31.2	20.4	32.3
2013	55.2	18.3	28.2	19.3	39.4	20.8	33.8	29.9	22.4	12.4	53.1	30.1
2014	15.2	12.6	40.5	49.4	17.3	16.8	43.6	6	17.2	102.4	42.3	45.3
2015	32.2	51	36.3	48.2	20.2	24.6	44.8	37.6	12.5	64.7	21.3	19.2
2016	50.7	29.8	17.4	31.5	35.6	31.9	33.2	30.7	26.40	43.3	35.7	30.6
2017	23.6	30.4	38.1	34.6	16.2	18.4	19	22.8	13.90	39.5	28	41.4

Fuente: SENAMHI

**NOTA:* Esos fueron los únicos datos de los últimos años que nos proporcionó el SENAMHI

Para aplicar el **Método De GUMBELL** se deberá seleccionar la precipitación máxima anual

Tabla 22*Precipitación máxima anual (mm).*

Año	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Prec. Máxima En 24 Horas	32.1	81.3	64	93.2	52.5	50.30	53.4	105.4	55.2	102.4

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 23*Orden Decreciente de las Precipitaciones*

Nº de Orden (m)	Precip. Mín. Yi en 24 horas	Periodo de retorno(n+1)/m	(Yi - Y) ²
1	105.40	11.00	1326.42
2	102.40	5.50	1116.90
3	93.20	3.67	586.61
4	81.30	2.75	151.78
5	64.00	2.20	24.80
6	55.20	1.83	189.89
7	53.40	1.57	242.74
8	52.50	1.38	271.59
9	50.30	1.22	348.94
10	32.10	1.10	1360.13
ȳ	689.80		5,619.80

Fuente: Elaboración Propia

***).- Cálculo de la Media Aritmética:**

$$\bar{y} = \frac{689.8}{10} = 68.98$$

***).- Cálculo de la de la Desviación Estándar:**

$$S_y = \sqrt{\frac{\sum (y_i - \bar{y})^2}{n-1}} = 24.99$$

***).- Distribución de Valores Extremos para Máximas Anuales:**

$$\psi = \bar{y} - \frac{S_y}{G_n} \left\{ y_n + \ln \cdot \ln \left(\frac{T_m}{T_m - 1} \right) \right\}$$

Donde:

y = Precipitación mínima anual en 24 horas.

Sy = Desviación Estándar de los valores de precipitación máxima en 24 horas (Registrados por año)

Yn = Media (Gumbel I), en función del N° de años de registro (dato de tabla)

Gn = Desviación Estándar (Gumbel I), en función del N° de años de registro (dato de tabla)

Tm = Tiempo de retorno de un máximo anual esperado

Como N° de años de registro es igual a : **10 entonces:**

$$Y_n = 0.4952$$

$$G_n = 0.9496$$

Luego reemplazando valores para un tiempo de retorno de **50 años**:

$$y = 158.63 \text{ mm}$$

***).- Cálculo de la Intensidad**

Para calcular la intensidad máxima de diseño (mm/h), se aplicará la siguiente fórmula:

$$i_{\max} = \frac{10^{2.35} x T^{0.182}}{(t)^{0.527}}$$

Tabla 24

Aplicando distribución normal de la precipitación en porcentaje para 6, 12 y 24 horas.

Duración en horas	% Precipitación	Precipitación (mm)
6	75	118.97
12	85	134.83
24	100	158.63

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 25

Intensidad normal en porcentaje para 1, 2, 3, 4, 5 y 6 horas.

Duración en horas	% Precipitación	intensidad (mm/h)
6	100	118.97
5	92	109.45
4	84	99.94
3	75	89.23
2	64	76.14
1	49	58.30

Fuente: Elaboración Propia

Entonces el I_{\max} de diseño es: **I_{\max} . Diseño = 118.97 mm/h**

Con este valor de intensidad máxima **118.97 mm/h** se procederá a calcular el caudal de diseño utilizando el **método racional** en cada tramo.

***).- Cálculo de Caudales Máximos.**

Mediante el Método Racional:

$$Q = \frac{CIA}{3.60}$$

Donde:

Q: Caudal máximo [m³/s]

C: Coeficiente de escorrentía

I: Intensidad de la lluvia de diseño, con duración igual al tiempo de concentración de la cuenca y con frecuencia igual al periodo de retorno seleccionado para el diseño (mm/hr)

A: Área de la cuenca (Km^2)

Tabla 26

Caudales Máximos

Micro-Cuenca	Área De Micro-Cuenca	C	I (Mm/Hr)	Q (M ³ /S)	Fuente:
Micro-Cuenca 01	0.447	0.70	118.97	10.34	
Micro-Cuenca 02	0.338	0.70	118.97	7.82	
Micro-Cuenca 03	0.037	0.80	118.97	0.98	
Micro-Cuenca 04	0.055	0.80	118.97	1.45	
Micro-Cuenca 05	0.073	0.80	118.97	1.92	
	0.044	0.80	118.97	1.15	
	0.029	0.80	118.97	0.77	
	0.074	0.80	118.97	1.95	
Micro-Cuenca 06	0.064	0.80	118.97	1.70	
	0.046	0.80	118.97	1.22	
	0.141	0.80	118.97	3.73	
Micro-Cuenca 07	0.059	0.80	118.97	1.55	
	0.035	0.80	118.97	0.93	
Micro-Cuenca 08	1.128	0.80	118.97	29.82	
Micro-Cuenca 09	0.230	0.80	118.97	6.08	
Micro-Cuenca 10	0.073	0.80	118.97	1.93	
Micro-Cuenca 11	0.009	0.80	118.97	0.24	

Elaboración Propia

3.2.18.1.3. Obras de Drenaje

Las obras de drenaje se instalarán en cursos de agua naturales y/o quebradas secas, la localización del eje de estas con respecto a la carretera se ha determinado por inspección de campo (se indica en los planos).

El diseño hidráulico tiene como objetivo proporcionar un sistema de drenaje adecuado y económico para el flujo que se estima que pasara durante su periodo de vida útil de diseño, sin riesgos no razonables para la estructura de la carretera o propiedades aledañas.

Para el diseño hidráulico de estas se ha procedido calcular el caudal que discurre por las quebradas empleando el método de directo de sección – pendiente, así mismo se ha tenido en cuenta la información proporcionada para los moradores del lugar en cuanto a los niveles alcanzados en épocas de alta pluviosidad.

El método empleado ha consistido en correr la nivelación en una longitud no menor a seis veces el ancho de la quebrada, se ha seccionado dicho tramo, se ha determinado las huellas

de máximas avenidas y se ha fijado el valor del coeficiente de rugosidad para el tramo elegido.

Luego se determina el caudal mediante el uso de la fórmula de Manning.

Se ha proyectado la construcción de 12 alcantarillas TMC con cabezales de concreto, las cuales permitirán dar continuidad a la vía a través de cursos de agua existentes. Se precisa que se tomó como alternativa alcantarillas metálicas TMC, por ser de fácil construcción y poder dar tránsito a los vehículos que circulan por dicho tramo.

3.2.18.1.4. Diseño Hidráulico de Alcantarillas Circulares

El diseño hidráulico de alcantarillas circulares se ha realizado por el método directo o de aforo y utilizando el manual de alcantarillas ARMCO.

3.2.18.1.5. Diseño Hidráulico de Obras de Arte

A lo largo de la vía se han encontrado causas con flujos permanentes, se tienen indicios que en épocas de lluvia con periodos de retorno considerables, las zanjas existentes a lo largo del trazo se activan. Por lo tanto, las obras de cruce (alcantarillas) como las obras de alivio (cunetas), su selección dependerá de las características de flujo, de la topografía y de la economía en el dimensionamiento de las obras de arte.

Actualmente, las alcantarillas existentes son en total 09, todas metálicas de 40" de diámetro y con cabezales de concreto, en mal estado de conservación, que requiere cambiarlas.

3.2.19. Estudio de Impacto Ambiental

El estudio de impacto ambiental para el mejoramiento del camino vecinal Nueva Unión – Alto la Huarpia, se ejecutó dentro del marco de la normatividad ambiental estipulada para la rehabilitación y mejoramiento de caminos vecinales.

Se ejecuta mediante la secuencia de las siguientes actividades:

- Descripción del proyecto: Comprende el análisis de los diseños, procesos y actividades del proyecto, ya sea durante su mejoramiento así como durante su operación
- Evaluación Sistemática: Comprende la caracterización ambiental del área por donde discurre el camino vecinal, y su ámbito de influencia, mediante la identificación de sus componentes ambientales.

- Análisis Ambiental: Comprende la identificación y evaluación de las probables alteraciones que pueden ocurrir, como resultado de los trabajos de mejoramiento y su repercusión en parámetros ambientales
- Gestión Ambiental: Se establece dentro del marco de las leyes y la normatividad vigentes así como la responsabilidad de las organizaciones competentes. En tal sentido se estipulan las acciones a desarrollar en el marco del plan de manejo ambiental.

El estudio se detalla en el ítem IV Resultados y Anexo N°12

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Características Generales

Tabla 27

Información General del Distrito

Descripción	Elemento	Observaciones
Distrito	Alonso de Alvarado	presenta relieve Montañoso y Colinoso que va de pendiente moderada a pendiente fuerte
Creación	Ley N° 15269	
Fecha de Creación	29 de Diciembre de 1964	En el primer gobierno del Arq. Fernando Belaunde Terry
Capital	Roque	Solo tiene dos centro poblados: Pacayzapa y San Juan de Pacayzapa
Ubicación	Provincia de Lamas	forma parte de la Prelatura de Moyobamba
Altitud	1100 m.s.n.m.	Otros dicen 1103 m.s.n.m
Clima	Semicálido que va de ligero a moderadamente húmedo	
Temperatura	22 °C	Mínima 19.5°C; Máxima 33.5°C
Humedad Relativa	80%	Humedad relativa media anual fluctúa entre 75% y 85%.
Precipitación Anual	550 mm	
Periodo de Lluvias	Noviembre - Junio	Verano : Julio - Octubre
Superficie	294.2 km²	
Población Total	14427 habitantes	Otros datos dicen 14880 hab.
Densidad Poblacional	49.04 hab/km²	

Fuente: Elaboración propia, con información del INEI, datos censales 2007

4.2. Estudio Socio - Económico

Tabla 28

Población.

Descripción	Viviendas	%
Población Urbana	1295 viviendas	65.97
Población Rural	668 viviendas	34.03
Población Total	1963 viviendas	100.00

Fuente: Elaboración propia, con información del INEI, datos censales 2007

Tabla 29*Actividades Principales y Niveles de Vida.*

Descripción	Situación Actual	Observaciones
Economía	Situación geográfica favorable	Se han desarrollado pocas industrias
Turismo	Poco o casi nada	No hay centros turísticos concurridos por foráneos o extranjeros. Agrícolas: café, cacao, maíz, plátano.
Producción Agropecuaria	Para el autoconsumo y el mercado regional	Pecuarias: vacunos, porcinos, caprinos, Equinos y aves de corral
Transporte	Los caminos vecinales y trochas carrozables requieren mejoramiento	Los costos de transporte son altos
Industria	En desarrollo, cubriendo el mercado regional, nacional e internacional	Producción de aguardiente, artesanía textil.
Propiedad de la Tierra	Para el auto sostenimiento	La producción va al mercado local
Ganadería	Comercialización interna y externa	Para su intensificación y crecimiento de este rubro es imprescindible la mejora de los caminos.
Servicios Sociales	El servicio de energía eléctrica es permanente.	Se capta en zonas altas por gravedad. Solo se cuenta con los silos familiares.
	El servicio de telefonía pública y privada con buena cobertura.	
Servicios Sociales	Sistema de agua potable en los centros poblados y distrito.	Proviene de generación Hidráulica.
	Sistema de agua entubada (no potable) en las zonas más rurales.	
Servicios Sociales	No hay sistema de desagüe ni alcantarillado a acepción del distrito(Alonso de Alvarado)	También hay locutorios. La información se da mediante radio, televisión, periódico, altoparlante.
Educación	Centros Educativos: 04 de educación inicial, 53 de educación primaria, 06 de educación secundaria.	Según censo de población y vivienda 2007, se ha mejorado el nivel de instrucción familiar.

Fuente: Elaboración Propia: Portal del estado peruano

Tabla 30*Máximo nivel de Instrucción de los Miembros de la familia del distrito*

Categorías	Casos	%	Acumulado %
Sin Nivel	1457	16.40	16.40
Inicial	331	3.72	20.12
Primaria	5117	57.58	77.71
Secundaria	1707	19.21	96.92
Superior no univ. incompleta	102	1.15	98.06
Superior no univ. Completa	88	0.99	99.05
Superior univ. incompleta	40	0.45	99.50
Superior univ. completa	44	0.50	100
Total	8886	100.00	100.00

Fuente: Elaboración Propia: Censo Poblacional y Vivienda 2007 (INEI)

En el Distrito de Alonso de Alvarado el 57.58% del total de familias encuestadas, el miembro familiar económicamente activo de mayor nivel de instrucción ha accedido al nivel de educación primaria; el 19.21% al nivel secundario y un 3.08% al nivel superior o universitario. El acceso al nivel no implica necesariamente la terminación del mismo.

4.3. Levantamiento Topográfico

4.3.1. Perfil Longitudinal

Tabla 31*Resumen de la Información Topográfica*

Característica	Valor cuantitativo o cualitativo
Categoría	3ra clase
Velocidad Directriz	30 km/h
Longitud	4715 metros
Ancho de Superficie de Rodadura	4.00 metros
Cunetas	1.00 x 0.50 m
Sobreancho	De acuerdo a las normas
Peralte	De acuerdo a las normas
Radio mínimo	30.00 m
Radio excepcional	25.00 m
Radio Máximo	250.00 m
Pendiente Máxima	+8.96 %
Pendiente Mínima	-0.08 %
Curvas Verticales	De acuerdo a las normas
Talud de Corte	2 : 1
Talud de Relleno	1 : 1.5
Bombeo	2 %

Fuente: Elaboración Propia

4.3.1.1. Excepciones Consentidas

Teniendo una velocidad directriz de 30 km/h, el tramo el tramo no cuenta con algunas excepciones consentidas.

4.3.1.2. Alineamiento Horizontal

El alineamiento horizontal permitirá conservar siempre la velocidad directriz. No se ha realizado variantes del trazo en la carretera por lo que todo el tramo se debe considerar el mejoramiento de la vía en sus condiciones actuales.

4.3.1.3. Curvas Horizontales

4.3.1.3.1. Radios Mínimos Normales

Velocidad directriz = 30 km/h

Peralte máximo = 10%

Coeficiente de Fricción Lateral = 0.23 (sup. rodadura afirmado)

Del cálculo se obtiene que el radio mínimo normal es de 30 metros.

Para el presente proyecto, el radio mínimo es de 30.00 metros. Como se mencionó en el primer párrafo de este acápite, en el tramo Nueva Unión - Alto la Huarpia se tienen curvas horizontales en las cuales 08 curvas tienen radio de 25 m que es el radio mínimo excepcional y 88 curvas que tienen un radio mayor al mínimo, lo que hace que la norma se cumpla al 98%.

4.3.1.3.2. Radios Mínimos Excepcionales

En nuestro estudio contamos con una topografía ondulada y tráfico mínimo, lo cual nos permite utilizar los radios mínimos excepcionales existentes.

4.3.1.3.3. Peralte

Todas las curvas horizontales tienen su peralte.

El peralte tendrá como valor máximo normal 6% y como valor máximo excepcional 10%.

4.3.1.3.4. Sobreancho

Los resultados se detallan en anexo aparte.

Según las normas peruanas:

Sobreancho máximo = 1.60 m

Sobreancho mínimo = 0.30 m

Tabla 32

Sobreanchos

Curva N°	Radio (m)	L (m)	Vd (km/h)	n	Sobreancho
1	55.00	6	30	1	1.59
2	60.00	6	30	1	0.69
3	60.00	6	30	1	0.69
4	65.00	6	30	1	1.33
5	20.00	6	30	1	1.59
6	67.00	6	30	1	0.63
7	50.00	6	30	1	0.79
8	30.00	6	30	1	1.59
9	30.00	6	30	1	1.59
10	30.00	6	30	1	1.59
11	50.00	6	30	1	0.79
12	100.00	6	30	1	0.48
13	39.75	6	30	1	0.93
14	70.00	6	30	1	0.62
15	50.00	6	30	1	0.79
16	30.00	6	30	1	1.59
17	30.00	6	30	1	1.59
18	50.00	6	30	1	0.79
19	60.00	6	30	1	0.69
20	80.00	6	30	1	0.56
21	40.00	6	30	1	0.93
22	100.00	6	30	1	0.48
23	20.00	6	30	1	1.59
24	30.00	6	30	1	1.15
25	35.00	6	30	1	1.03
26	120.00	6	30	1	0.42
27	120.00	6	30	1	0.42
28	25.00	6	30	1	2.03
29	80.00	6	30	1	0.56
30	67.35	6	30	1	0.63
31	29.95	6	30	1	1.16
32	90.00	6	30	1	0.52
33	150.00	6	30	1	0.36
34	80.00	6	30	1	0.56
35	100.00	6	30	1	0.48
36	50.00	6	30	1	0.79
37	100.00	6	30	1	0.48
38	100.00	6	30	1	0.48
39	100.00	6	30	1	0.48
40	110.00	6	30	1	0.45

41	200.00	6	30	1	0.30
42	20.00	6	30	1	1.59
43	50.00	6	30	1	0.79
44	80.00	6	30	1	0.56
45	60.00	6	30	1	0.69
46	120.00	6	30	1	0.42
47	30.00	6	30	1	1.59
48	25.00	6	30	1	1.33
49	50.00	6	30	1	0.70
50	90.00	6	30	1	0.52
51	30.00	6	30	1	1.59
52	30.00	6	30	1	2.95
53	250.00	6	30	1	0.26
54	30.00	6	30	1	1.59
55	23.50	6	30	1	2.22
56	55.00	6	30	1	2.03
57	25.00	6	30	1	2.03
58	25.00	6	30	1	2.03
59	40.00	6	30	1	0.93
60	40.00	6	30	1	0.93
61	45.00	6	30	1	0.85
62	38.50	6	30	1	0.95
63	30.00	6	30	1	1.15
64	25.00	6	30	1	2.03
65	50.00	6	30	1	0.79
66	30.00	6	30	1	1.15
67	20.00	6	30	1	1.59
68	40.00	6	30	1	0.93
69	20.00	6	30	1	1.59
70	70.00	6	30	1	0.62
71	120.00	6	30	1	0.52
72	30.00	6	30	1	1.15
73	20.00	6	30	1	1.59
74	80.00	6	30	1	0.56
75	92.45	6	30	1	0.51
76	30.00	6	30	1	1.15
77	50.00	6	30	1	0.79
78	60.00	6	30	1	0.69
79	35.00	6	30	1	1.03
80	40.00	6	30	1	0.93
81	33.40	6	30	1	1.06
82	180.00	6	30	1	0.32
83	20.00	6	30	1	1.59
84	50.00	6	30	1	0.79
85	25.00	6	30	1	2.95
86	30.00	6	30	1	1.59
87	50.00	6	30	1	1.15
88	70.00	6	30	1	2.03

Fuente: Elaboración Propia

4.3.2. Trazado y Nivelación del Eje Longitudinal

4.3.2.1. Perfil Longitudinal Existente y Propuesto

La nivelación del eje realizada en circuitos cerrados cada 500 m con un error permisible de cierre de: $EP = 0.005$ m. Ubicado B.M.s, cada 500.00 m en lugares fijos.

4.3.2.2. Pendientes

La pendiente máxima que se obtiene es de +8.96% y la pendiente mínima es de -0.08%.

De las normas peruanas de diseño de carreteras se tomaron las pendientes máximas y mínimas, como valores límites para el trazado del perfil longitudinal:

Pendiente mínima	=	0.50%
Pendiente máxima	=	8.00%
Pendiente máxima excepcional	=	10.00%

4.3.3. Secciones Transversales

4.3.3.1. Calzada

Ancho de la calzada = 4.00 m

Ancho del pavimento = 4.00

Condiciones: Según lo planteado en el proyecto, como son: Tráfico, importancia de la carretera y la velocidad directriz asumida.

El ancho de la calzada figura en los planos de detalles de secciones transversales que se ha diseñado tanto para tangente como en curva. Ver anexo N° 13.

4.3.3.2. Plazoletas de Estacionamiento o Cruce

Por las características que presenta el tramo asignado, el cual se desarrolla sobre un terreno de topografía ondulada, se considerará plazoletas de estacionamiento o cruce cada 500 metros de un largo de 3.00 m y una longitud de 15.00 m, las cuales se ubican de acuerdo al siguiente cuadro.

4.3.3.3. Taludes

Se ha considerado los siguientes taludes, según el tipo de terreno:

Taludes de Corte:

Roca fija	10:1
Roca suelta	4:1
Conglomerado	3:1
Tierra compactada	2:1
Tierra suelta	1:1

Taludes de Relleno

Enrocados	1:1
Terrenos varios	1:1.5

4.4. Estudio de Suelos

4.4.1. Tipos de Suelos que Conforman la Subrasante.

En el cuadro 7 se describe las calicatas con los diferentes tipos de suelos encontradas en cada una de estas, con indicación del tipo, capas que conforman la subrasante y el kilometraje de la ubicación.

Tabla 33

Tipos de Suelos en Subrasante

Calicata N°	Km	Capa N°	Profundidad (m)	Tipo de Suelo	Descripción
01	1+000	1	0.00 – 1.20	GC	Grava arcillosa, mezcla de grava, arena, limo y arcilla de color gris, suelo algo compacto
02	1+500	2	0.00 – 1.20	CL	Arcilla inorgánica, arcilla arenosa de mediana plasticidad de color amarillento, suelo húmedo algo compacto
03	2+000	1	0.00 – 1.20	CL	Arcilla inorgánica, arcilla arenosa de mediana plasticidad de color amarillento, suelo húmedo algo compacto
04	2+500	1	0.00 – 1.20	GC	Grava arcillosa, mezcla de grava, arena, limo y arcilla de color gris, suelo algo compacto
05	3+000	1	0.00 – 1.20	CL	Arcilla inorgánica, arcilla arenosa de mediana plasticidad

06	3+500	1	0.00 – 1.20	GC	de color amarillento, suelo húmedo algo compacto Grava arcillosa, mezcla de grava, arena, limo y arcilla de color gris, suelo algo compacto
07	4+000	1	0.00 – 1.20	GC	Grava arcillosa, mezcla de grava, arena, limo y arcilla de color gris, suelo algo compacto
08	4+500	1	0.00 – 1.20	CL	Arcilla inorgánica, arcilla arenosa de mediana plasticidad de color amarillento, suelo húmedo algo compacto
09	4+715	1	00.0 – 1.20	CL	Arcilla inorgánica, arcilla arenosa de mediana plasticidad de color amarillento, suelo húmedo algo compacto.

Fuente: Elaboración Propia (estudio de suelos)

4.4.2. Capacidad Portante

Para determinar la capacidad portante de la subrasante del terreno, se realizó pruebas de C.B.R. cada 500 metros, uno en cada calicata, habiéndose efectuado un total de 09 ensayos a lo largo de todo el camino.

Los valores de C.B.R. obtenidos en cada calicata realizada, valores expresados en porcentajes, se detallan en resultados y en el estudio de suelos del Anexo N° 1.

Por los valores de C.B.R. que se tiene como resultado de los ensayos realizados, el mejoramiento del camino vecinal no ofrece mayor riesgo en cuanto a su capacidad portante. Estos valores están siendo justificados mediante la determinación de las propiedades Físico - Mecánicas de los suelos obtenidos en cada uno de los pozos explorados.

4.5. Estudio de Canteras y Fuentes de Agua

4.5.1. Plano de Ubicación de Canteras

La cantera N° 1, se encuentra en la progresiva km 1+200.00 y constituye material de cerro; y la cantera N° 2 se encuentra en la progresiva km 4+600.00 y también constituye material de cerro.

4.5.2. Potencia de Cantera

Ambas canteras tanto 1° como la 2° tienen un rendimiento del 90%, apta para el mejoramiento de subrasante, sub bases y bases.

4.5.3. Características Geotécnicas de los Materiales

Las características de los materiales de la primera como de la segunda cantera son apropiadas para usarlo en la capa de afirmado de la carretera, los análisis y pruebas de laboratorio demuestran que no será necesario combinar y/o mezclar con material ligante y/o arcilla, por cuanto sus características son apropiadas.

4.5.4. Distancia de transporte de los Materiales

Como bien sabemos el camino cuenta virtuosamente con 02 canteras que están ubicadas gracias a la naturaleza de manera estratégica, ya que están localizadas aproximadamente a 1/3 y 2/3 del trayecto del tramo respectivamente; no siempre se tiene la suerte de que las canteras estén tan cerca del camino, es de mucha ayuda que las canteras estén tan cerca del camino ya que se optimiza tiempo y se ahorra dinero en combustible.

4.5.5. Ensayos de Laboratorio Efectuados

En las canteras se realizaron las pruebas de laboratorio siguientes:

Tabla 34

Ensayos de Laboratorio Efectuados

N°	Tipo de Ensayo	Numero de	
		Muestras	Método Usado
01	Limite Liquido	2	ASTM O – 423
02	Limite Plástico	2	ASTM D – 424
03	Análisis Granulométrico por Tamizado	2	ASTM C – 131
04	Humedad Natural	2	ASTM D – 1557
05	Proctor Modificado	2	ASTM D – 1557
06	Valor Soporte Relativo	2	ASTM O – 1883

	Cuushintest (% de desgaste abrasión de		ASTM C - 131
07	áridos)	2	
08	Equivalente de Arena	2	ASTM D – 4219

Fuente: Elaboración Propia

4.6. Diseño de la Carpeta de Afirmado de la Carretera

4.6.1. Volumen de Tráfico

4.6.1.1. Resultado del Estudio Socio Económico

4.6.1.1.1. Transporte de pasajeros

En la ruta circulan por lo común camiones de bajo tonelaje, camionetas y motocars, predominando estos últimos. Entran y salen aproximadamente un promedio de 6 a 7 vehículos por día y de 90 a 100 pasajeros por día, acentuándose el movimiento de vehículos en épocas de cosecha; está de más decir que el precio por el transporte esta sobrecostado y es entendible ya que el camino es realmente hostil, lo que se estima que con la ejecución de este proyecto los costos se reducirán hasta en un 30%, tanto en fletes como en transporte personal.

4.6.2. Análisis de Tráfico

Las conclusiones de estudio de tráfico indican que los volúmenes mayores de tráfico se producirán en los meses de cosecha de café, es decir entre abril y octubre, mientras que el resto del año se tendrá un tráfico mínimo. Esta situación justifica la adición de valores conservativos para diseño, los cuales pueden definirse en base a métodos aproximados.

El criterio que emplearemos entonces será el diseñar el pavimento adoptando un valor límite de tráfico que pueda soportar la vía, cuya determinación se expone a continuación:

La carga y el volumen de tráfico juegan un rol importante en el diseño estructural de la carpeta de afirmado, particularmente cuando ambos factores tienden hacia valores mínimos, su importancia como parámetro de diseño es relativo. Por ello, es raramente justificable realizar un complejo y preciso análisis de tráfico para caminos de bajo volumen con menos de 50 vehículos por día.

No obstante siempre es recomendable tratar de establecer datos realistas para cada caso específico, sobre todo si el tráfico proyectado es mayormente pesado.

Por otro lado, es común la carencia de un registro sistemático de datos en caminos de bajos volúmenes, que permiten efectuar análisis de tráfico exhaustivo, como sería deseable. En nuestro caso el conteo de tráfico tomado solamente circulan como máximo 3 vehículos, tomando en consideración este aspecto y que en realidad los requerimientos de espesores de diseño para pavimentos que tienen una variación poco sensible para valores bajos de repeticiones del eje de carga equivalente, se aplicara para fines de análisis de tráfico un método aproximado.

Tomando en consideración los criterios procedentes, los resultados de los ensayos de laboratorio, las observaciones de campo y la experiencia acumulada en estudios anteriores para el análisis del CBR de la subrasante se tomara un CBR promedio de $9.997\% = 10\%$ para el diseño.

4.6.3. Diseño Estructural

Para el cálculo de ejes equivalente (N18) se dispone de la siguiente información:

Tipo de pavimento	:	Afirmado
Carriles	:	1
Tráfico diario estimado proyectado	:	50vpd
Tasa de crecimiento	:	4.6%
Periodo de diseño	:	5 años
Tráfico pesado	:	<15%

Se determina el número total de repeticiones del eje equivalente de 18 kips. Usando el método aproximado. Para entrar a la tabla N° 7 y determinar el factor del tráfico mixto (M), se establece:

Porcentaje de camiones	:	<15%
Distribución de carga	:	Medio
Tráfico mixto (M) (Tabla N°4)	:	46 (una sola vía)

El número total acumulado de ejes equivalentes a 18 kips (N 18), durante el periodo de diseño es:

N18 (n años)	=	$(TPD \times M)(1+i)^n$
N18 (5 años)	=	$(50 \times 46 \times 1)(1+0.046)^5$
N18 (5años)	=	$(50 \times 46)(12.20)$
N18	=	28.060
Coefficiente de equivalencia	=	1.7819
N18	=	50 000 ejes equivalentes

Con los valores establecidos para el tráfico (N18) y la capacidad de soporte de la subrasante (CBR), se determina el espesor de la capa de afirmado (escala del lado derecho) empelando la curva “B” del grafico de diseño (Figura N° 3) con los siguientes datos de cálculo:

$$CBR = 10.00\%$$

$$N18 = 50\,000 \text{ ejes equivalentes}$$

Se obtiene el siguiente resultado:

$$HD = 8,10'' = 20.57 \text{ cm} = 20 \text{ cm}$$

4.6.4. Solución Propuesta

De la figura N° 2 y la tabla N° 7 del tráfico, del CBR de la subrasante y del espesor total del pavimento, se procede a verificar entonces la calidad del material de afirmado requerido para los espesores de pavimento calculados. Así se tiene:

Datos de cálculo:

$$N18 = 50\,000 \text{ ejes equivalentes}$$

$$CBR = 10.00\%$$

$$HD = 20.00 \text{ cm}$$

(*) Los valores presentados corresponden al caso de camiones con dos carriles y deben ser duplicados por vías de un carril.

4.6.4.1. Tipos de Transito

Según el autor del libro Carreteras, Calles y Aeropistas: ing. Raúl Valles Rodas:

Los diferentes tipos de transito que se considera para el método de espsores de afirmado son los siguientes:

Transito Ligero (liviano): Es aquel que tiene un tránsito comercial menor de 50 autobuses y camiones diarios

Transito Mediano: Es aquel cuyo tránsito comercial está comprendido entre los 50 y 300 camiones y autobuses diarios.

Tránsito pesado: Es aquel que tiene un tránsito comercial mayor de 300 camiones y autobuses diarios.

En todos los casos que se vienen de describir, se supone que un máximo del 15% de vehículos, tiene una carga de rueda de 9000 lbs (4086 kg). Manejar las tablas N°19 y N° 20 y la curva de la figura N° 3.

4.7.Diseño Geométrico de la Carretera

4.7.1. Diseño del Eje en Planta

El alineamiento horizontal permitirá conservar siempre la velocidad directriz de diseño. No se ha realizado variantes del trazo en la carretera por lo que todo el tramo se debe considerar el mejoramiento de la vía en sus condiciones actuales.

4.7.1.1.Curvas Horizontales

4.7.1.1.1. Radios Mínimos Normales

Las normas establecen que los radios mínimos que se adoptaran estarán en función de la velocidad directriz (v_d), del peralte (P) y del coeficiente de fricción lateral entre la llana y la superficie de rodadura (f).

De los valores establecidos en las mismas normas se tiene:

Velocidad directriz = 25 – 35 km/h

Peralte máximo = 10%

Coef. Fricción lateral = 0.23 (superficie de rodadura afirmado)

Para el caso del presente proyecto, el radio mínimo proyectado es de 30.00 m.

Como se mencionó en el primer párrafo de este acápite, en el tramo se tiene curvas horizontales en las cuales 03 curvas tiene el radio mínimo normal de 30.00 m y 88 curvas que tienen un radio mayor al mínimo. Por lo que hace que la norma se cumpla en un 98%.

4.7.1.1.2. Radios Mínimos Excepcionales

En nuestro estudio contamos con una topografía ondulada y tráfico mínimo, lo cual nos permite utilizar los radios mínimos excepcionales existentes que es igual a 25 metros.

4.7.1.1.3. Peralte

En nuestro estudio contamos con los siguientes peraltes:

Tabla 35

Peraltes del Tramo en Estudio.

Curvas	Radio (m)	Peralte (%)
01	25	12
02	60	6
03	60	6
04	25	12
05	30	10
84	40	8
85	180	4
86	25	12
87	30	10
88	30	10

Fuente: Elaboración Propia

4.7.1.1.4. Sobre ancho

El sobreancho varía según el tipo de vehículo considerado, ya que es función de la distancia entre ejes del mismo. Para el tramo en estudio se ha tomado un valor de 6.00 metros, que corresponde a la distancia entre ejes de un camión ya que este es el medio de transporte más utilizado en las zonas de cultivo.

De las características geométricas establecidas en las mismas normas, se tiene:

Número de carriles	=	1
Velocidad directriz	=	30km/h
Distancia entre ejes	=	6.00 metros
Radio de la curva	=	Variable según el levantamiento topográfico

Con estos valores asignados, para cada una de las curvas se ha obtenido su correspondiente sobreancho, teniendo presente al igual que en los peraltes que constituir excepción a las normas las curvas ubicadas en zonas urbanas, por lo que estas no necesitan sobreancho. Los resultados se detallan en anexo aparte.

Según las normas peruanas:

Sobreancho máximo = 1.60

Sobreancho mínimo = 0.30

4.7.2. Diseño del perfil Longitudinal

4.7.2.1. Perfil Longitudinal Existente y Propuesto

El trazo propuesto debe discurrir por el eje de la vía actual, procurando minimizar el máximo el movimiento de tierras.

No debe haber variación de alineamiento horizontal, así como del perfil longitudinal.

Por lo antes señalado, el trazo existente cumple con lo indicado en las normas peruanas de construcción y diseño de carreteras.

La nivelación del eje se realizó en circuitos cerrados cada 500 metros con un error permisible de cierre de: $EP = 0.005$ m. Los BMs se colocaron cada 500.00 m en lugares fijos.

4.7.2.2. Pendientes

De acuerdo con las normas vigentes, encontrando que se satisface a estas en un 95%. La pendiente máxima que se obtiene es de +8.96% y la pendiente mínima es de -0.08%.

De las normas peruanas de diseño de carreteras se tomaron las pendientes máximas y mínimas como valores límites para el trazado del perfil longitudinal:

Pendiente mínima = 0.50%

Pendiente máxima = 8.00%

Pendiente máxima excepcional = 10.00%

4.7.3. Diseño de Secciones Transversales

4.7.3.1. Calzada

Es la superficie terminada de la carretera cuyo ancho total incluye la superficie de rodadura, el sobreancho y las bermas.

Las normas peruanas establecen que para una carretera de 3° clase y velocidad directriz de 35km/h no es necesario el diseño de bermas, por lo que la calzada en el tramo Nueva Unión – Alto la Huarpia quedara definida por el ancho de la superficie de rodadura mas su correspondiente sobreancho en las curvas.

Ancho de calzada con una superficie de rodadura de 4.00 metros como mínimo sin incluir las bermas. El ancho de la calzadas de 4.00 metros igual que del afirmado, el cual es apropiado para las condiciones planteadas en el proyecto como son: tráfico, importancia de la carretera y velocidad directriz asumida.

4.7.3.2. Plazoletas de Estacionamiento o Cruce

Por las que presenta el tramo asignado, el cual se desarrolla sobre un terreno de topografía ondulada, se considera plazoletas de estacionamiento o cruce de cada 500 metros de un largo de 3.00 metros y una longitud de 15 metros.

4.7.3.3. Taludes

Se está considerando a los siguientes taludes, de acuerdo al tipo de terreno:

Taludes de corte:

Roca fija	10:1
Roca suelta	4:1
Conglomerado	3:1
Tierra compacta	2:1
Tierra suelta	1:1

Taludes de relleno:

Enrocados	1:1
Terrenos barios	1:1.5

4.7.4. Señalización

Los hitos kilométricos y señalización se realizarán de acuerdo el reglamento de señalización vigente del Ministerio de Transportes Comunicaciones vivienda y construcción.

4.8.Diseño de Obras de arte

En la construcción de 4 + 715 km de carretera a nivel de afirmado vamos a construir obras de arte a los largo de todo el tramo mencionado entre la cual tenemos:

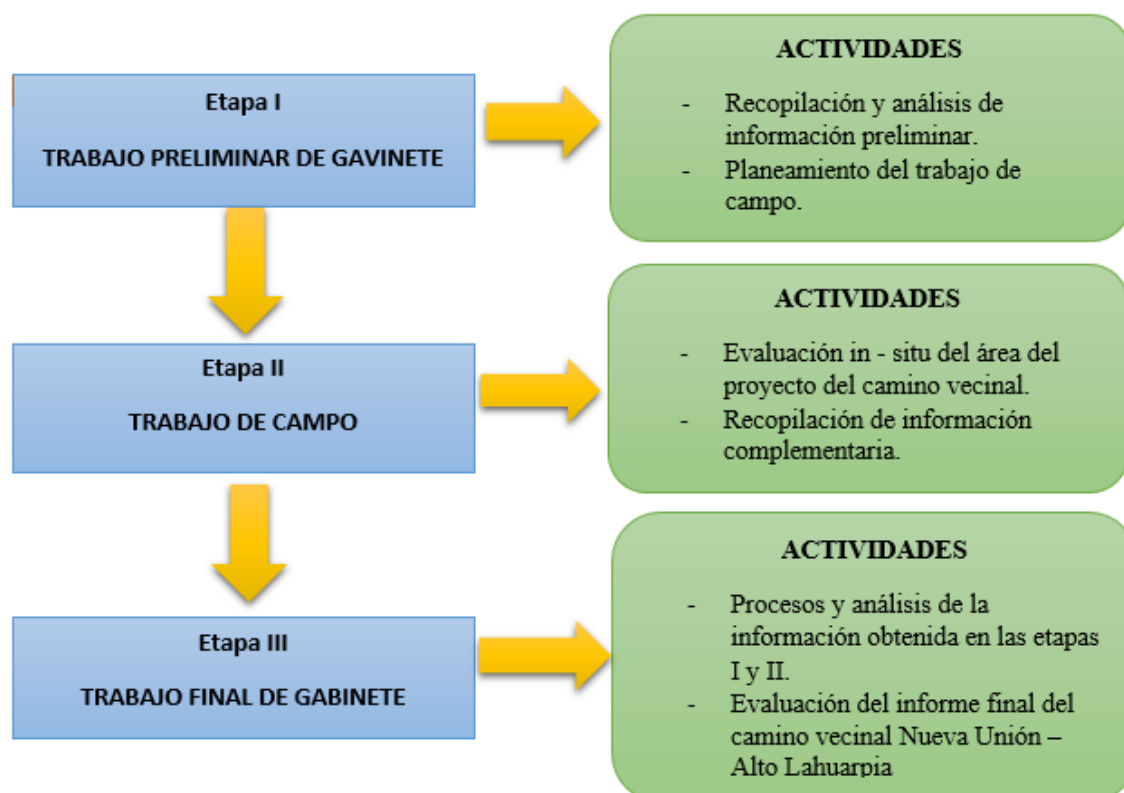
Tabla 36*Obras de arte proyectadas*

Cantidad	Tipo de Obra de Cruce	Progresiva
01	Alcantarilla TMC 60"	0+561.70
01	Alcantarilla TMC 60"	0+991.00
01	Badén N° 01	1+166.00
01	Badén N° 02	1+381.00
01	Badén N° 03	2+002.00
01	Badén N° 04	2+218.00
01	Badén N° 05	2+680.00
01	Alcantarilla TMC 24"	3+046.00
01	Badén N° 06	3+302.00
01	Badén N° 07	3+681.50
01	Badén N° 08	3+395.50
01	Alcantarilla TMC 36"	4+196.00
01	Badén N° 09	4+468.50
01	Badén N° 10	4+688.00

Fuente: Elaboración Propia

4.9. Estudio de Impacto Ambiental

El estudio de impacto ambiental tiene sus propios resultados en el anexo N° 12.



Sin embargo mediante esquemas y resúmenes podemos tomar nota sobre aspectos que se tiene que considerar en la ejecución del proyecto. Veamos:

4.10. Presupuesto y Formula Polinómica

4.10.1. Metrados

Los metrados están explícitamente detallado en el anexo N°3

4.10.2. Análisis de Costos Unitarios

El análisis de costos unitarios están explícitamente detallados en el anexo N°4

4.10.3. Presupuesto

El presupuesto resumido del proyecto en estudio se detalla a continuación:

Tabla 37

Presupuesto Total (resumido)

Presupuesto de Obra	
Costo Directo	S/. 4,473,884.97
Gastos Generales (8.89% CD)	S/. 397,765.00
Utilidad (8.00% CD)	S/. 357,910.80
Sub Total	S/. 5,229,560.77
IGV (18% ST)	S/. 941,320.94
Presupuesto Base	S/. 6,170,881.71
Supervisión (3.30% PB)	S/. 203,930.00
PRESUPUESTO TOTAL	S/. 6,374,811.71

En el anexo N°5 se presenta el detalle del presupuesto

4.10.4. Análisis de Gastos Generales

El análisis de gastos generales están explícitamente detallado en el anexo N°6

4.10.5. Fórmula Polinómica

La fórmula polinómica está explícitamente detallado en el anexo N° 7

4.10.6. Determinación de Insumos

La determinación de insumos están explícitamente detallado en el anexo N°8

4.11. Programación de Obras

La programación de obra esta explícitamente detallada en diagrama de barras Gantt en el anexo N° 9.

4.12. Calendario de Avance de Obra

Están explícitamente detallados en el anexo N° 10.

4.13. Especificaciones Técnicas

Para la elaboración del presente proyecto se han considerado las especificaciones técnicas respectivas, las cuales se encuentran detalladas en el anexo N°11.

4.14. Planos

Los planos del proyecto se presentan en el anexo N°13

4.15. Estudio Socioeconómico

A través de los resultados de la encuesta realizada a los pobladores de las localidades del tramo en estudio se pudo apreciar que viven en estado de pobreza. Poseen una educación básica como es la primaria y muy pocos son los que salen a la ciudad a seguir estudios de nivel superior.

Por lo mencionado anteriormente se define la ocupación de los pobladores de la zona en estudio, la cual está dada en su mayoría por agricultores y la dedicación a los quehaceres del hogar. Siendo la actividad principal la producción agropecuaria. Los principales productos agropecuarios son: café, cacao, maíz, plátano; y pecuarios son: porcinos, vacunos, caprinos, equinos y aves de corral. La mayoría produce para el autoconsumo y un porcentaje mínimo para el mercado regional, esto también debido a la carencia de sus caminos ya que el transporte de sus caminos se vuelven hostiles especialmente en épocas de lluvia; situación que se superara con la ejecución del proyecto.

4.16. Estudios de Ingeniería

4.16.1. Mecánica de Suelos

Las calicatas realizadas en la vía se ubicaron cada 500 metros de distancia. La construcción de calicatas del tramo se inició en el km 00+000 en Nueva Unión y se terminó en el km 4+715 en Alto La Huarpia. Para determinar la capacidad portante de la subrasante del terreno, se realizó un total de 08 pruebas de C.B.R, es decir 2 dos en cada kilómetro a lo largo de todo el camino.

En las diferentes calicatas realizadas a lo largo del eje del trazo del camino se ha determinado los diferentes tipos de suelos que conforman la subrasante del camino a mejorar. Estos diferentes tipos de suelos se han determinado en base a ensayos y pruebas de mecánica de suelos practicados en cada una de las muestras provenientes de cada una de las calicatas.

Los diferentes tipos de suelos encontrados han sido: CL: Arcilla inorgánica, arcilla arenosa de mediana plasticidad de color marrón amarillento, color amarillento, color beige oscuro, color marrón oscuro, suelo húmedo algo compacto; GC: Grava arcillosa, mezcla de grava, arena, limo y arcilla color gris, suelo algo compacto.

4.17. Diseño del Pavimento

Las conclusiones de del estudio de trafico indican que los volúmenes mayores de transito se producirán en los meses de verano, mientras que en el resto del año se tendrá un tráfico mínimo o nulo. En la ruta circulan por lo común camiones de bajo tonelaje, camionetas y motocars, predominando estos últimos. Entran y salen aproximadamente un promedio de 6 a 7 vehículos por día y de 90 a 100 pasajeros por día, acentuándose el movimiento de de vehículos en épocas de cosecha.

Se estima que cuando se ejecute este proyecto los fletes que se cobran por el transporte de carga entre las localidades mencionadas y particularmente en el área de influencia se reducirán hasta en un 30%, esto debido a la disminución de los costos de mantenimiento de los vehículos y la disminución en el consumo de combustible.

4.17.1. Estudio de Impacto Ambiental

El objetivo básico del estudio impacto ambiental es el control de los impactos ambientales negativos durante el Mejoramiento, operación y mantenimiento del Camino vecinal, se debe desarrollar las medidas de control de impactos ambientales negativos, los de contingencia, seguimiento y monitoreo.

4.17.2. Drenaje y Obras de Arte

4.17.2.1. Cunetas

Debido a la naturaleza topográfica de la zona, se construirán cunetas de sección triangular sin revestir. Tener en cuenta que en una posterior etapa del proyecto se deben construir cunetas revestidas de concreto.

4.17.2.2. Alcantarillas

En el tramo en estudio, existen cauces con flujos permanentes de agua que es necesario drenar, por lo que se construirán un total de 09 alcantarillas, de las cuales 04 de ellas ya existen y todas son de 40" de diámetro, de acero corrugado galvanizado (alcantarillas TMC). Luego de hacer el análisis hidrológico, rediseñamos el drenaje del tramo en estudio, lo que nos llevó a construir 12 alcantarillas más, de 24", 36", 60" y 72" todas de acero corrugado galvanizado apertnables entre sí (alcantarillas TMC).

4.17.3. Diseño Geométrico de la Carretera

Como se puede apreciar en el diseño definitivo, se trata del estudio de un camino vecinal, para lo cual se utilizó las normas de diseño vigentes para caminos vecinales del Ministerio de Transporte y Comunicaciones del Perú. Asimismo, se tuvo en cuenta en la toma de decisiones la aplicación del criterio para subsanar ciertos inconvenientes.

4.18. Contratación de Hipótesis

El hecho de haber planteado una solución sobre el camino existente nos lleva a la conclusión de ser la única alternativa debidamente estudiada, la cual cumple con todas las especificaciones técnicas para ser viable. En consecuencia, su ejecución facilitará contar con un camino en condiciones de transitabilidad, lo cual mejorará las condiciones de vida de los usuarios. Por tanto, **la hipótesis queda validada**, por cuanto el estudio definitivo para el mejoramiento del Camino Vecinal referido, permitirá contar con el expediente técnico para tramitar su financiamiento y, que al ser ejecutado permitirá tener un camino en condiciones de transitabilidad y en consecuencia mejorará las condiciones socio - económicas de la población beneficiaria aledaña al proyecto.

CONCLUSIONES

Se ha probado que con la elaboración del Estudio Definitivo del para el mejoramiento del Camino Vecinal Nueva Unión – Alto la Huarpia, ha permitido contar con el expediente técnico que conllevará a buscar financiamiento para su ejecución que permitirá mejorar las condiciones socio - económicas de las poblaciones asentadas en el tramo del proyecto.

La producción de los centros poblados beneficiados crecerá con el mejoramiento del camino vecinal, teniendo acceso a técnicas agroindustriales que beneficiaran a la zona estudiada. Con la ejecución del mejoramiento del camino Vecinal Nueva Unión – Alto la Huarpia, se elevará el nivel de vida de la población ya que se incrementará la producción y habrá acceso a los servicios básicos primarios como salud, educación, seguridad, etc.

El diseño del camino vecinal cumple con todas las especificaciones técnicas mínimas requeridas para los estudios de carreteras de bajo volumen de tránsito que están vigentes en nuestro país.

En forma general, el estudio de suelos de la zona por la cual pasa el Camino Vecinal referido, permitió tomar las medidas más adecuadas en la determinación de las características del afirmado.

El cálculo del CBR en laboratorio nos permitió poder diseñar el espesor del afirmado, ya que todos los diseños de pavimentos granulares están basados en este valor. Un mal estudio de laboratorio incidirá indefectiblemente en un diseño antieconómico.

RECOMENDACIONES

Se recomienda a las autoridades de la Provincia de Lamas y de la Región San Martín ser el ente de financiamiento para la ejecución de este tipo de proyectos, a fin de solucionar los graves problemas y limitaciones que afrontan los pobladores por la falta de vías en buen estado de transitabilidad, ya que los proyectos de caminos vecinales están enmarcado dentro de su política de desarrollo.

Se recomienda realizar los trabajos de mejoramiento del camino vecinal en épocas de verano (Mayo - Septiembre) de lo contrario no se cumplirá con la programación establecida.

Al realizar la conformación de la subrasante, ésta debe compactarse al 95% de la máxima densidad seca del proctor modificado, previa a la colocación de la capa de afirmado.

El grado de compactación de la capa de afirmado deberá ser del 100% de su máxima densidad seca del proctor modificado en cumplimiento con la Norma ASTM D-1556.

Es recomendable que antes de colocar el material de afirmado, o capa granular sobre la subrasante, debe tener especial cuidado en eliminar todo tipo de material extraño que resultan perjudiciales para la construcción, tales como raíces, palos, troncos o material orgánico en descomposición.

Apoyar a los egresados de la Facultad de Ingeniería Civil y Arquitectura de la Universidad Nacional de San Martín, a que desarrollen trabajos de investigación relacionados con nuestra profesión y de esa manera obtener parámetros de diseño adecuados a la zona de selva.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Portal del Estado Peruano ([http:// www. peru.gob.pe/ directorio/](http://www.peru.gob.pe/directorio/))

Ministerio de Transportes y Comunicaciones: “*Especificaciones Técnicas de Rehabilitación Mejoramiento y Mantenimiento de Caminos Vecinales.*”; Lima Perú.

Ministerio de Transportes y Comunicaciones: “*Manual Ambiental para la Rehabilitación y Mantenimiento de Caminos Rurales.*”, Lima Perú.

Ministerio de Transportes y Comunicaciones: “*Manual para el Diseño de Carreteras no Pavimentadas de Bajo Volumen de Tránsito.*”, Lima Perú.

Ministerio de Transportes y Comunicaciones: “*Normas Peruanas para el Diseño de Carreteras y Normas para el Diseño de Caminos Vecinales.*”, Lima Perú.

Ministerio de Transportes, Comunicaciones, Vivienda y Construcción: “*Reglamento de Señalización.*”, Lima Perú.

RODRÍGUEZ, W. (2002), “*Aprendiendo a Programar y Controlar obras aplicando el Project 2000 para Windows.*”, Segunda Edición, Lima - Perú.

VALLES, R. (1954), “*Carretera, Calles y Aeropistas.*”, Editorial Imprenta López – Perú 666, segunda edición, Caracas – Venezuela.

COSAVALENTE, N. M. (2005), “*Asfaltado Jr. Alfonso Ugarte: Presupuesto y Programación, Tramo I Km 0+000 - Km 1+122.683.*”, Informe de Ingeniería, Tarapoto Perú.

Instituto Nacional de Estadística e Informática, Censo Poblacional, Año 2007.

PONCE, J. M. (2010), “*Estudio Definitivo a nivel de ejecución del Camino Vecinal Calzada - Sector Potrerillo Km 0+000 - Km 2+920.*”, Informe de Ingeniería, Tarapoto Perú.

RIOS, C. (2000), “*Diseño Geométrico y Asfaltado de la Avenida Circunvalación – Tarapoto.*”, Informe de Ingeniería, Tarapoto Perú.

ANEXOS